

V Congreso Mundial del Aguacate

Del 19 al 24 de Octubre de 2003
Granada-Málaga



ACTAS: VOLUMEN II

Consejería de Agricultura y Pesca



**ACTAS (VOLUMEN II)
PROCEEDINGS (VOLUME II)**

**V Congreso Mundial del Aguacate
V World Avocado Congress**

Título:

V Congreso Mundial del Aguacate. Actas (Volumen II).

©:

JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica:

Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

© Textos:

Autores.

© Ilustraciones:

Autor/es.

Colección:

Congresos y Jornadas.

Serie:

Fruticultura.

Dep. Legal:

SE-3282-2003.

Maquetación e Impresión:

A.G. Novograf, S.A. (Sevilla).

COMITÉ ORGANIZADOR / ORGANIZING COMMITTEE

COMITÉ EJECUTIVO / EXECUTIVE COMMITTEE

Fernando Pliego Alfaro
José María Farré Massip
José Manuel Acosta Pérez
Araceli Barceló Muñoz
Carlos López Herrera
José García Faraco
Julián Díaz Robledo
José Antonio Bustos Fernández

COORDINADOR COMITÉ CIENTÍFICO / CHAIRMAN OF SCIENTIFIC COMMITTEE

Iñaki Hormaza Urroz

COORDINADOR VISITAS TÉCNICAS / TECHNICAL TOURS COORDINATOR

José María Hermoso González

ENTIDADES CIENTÍFICAS / SCIENTIFIC INSTITUTIONS

C.I.F.A. C.S.I.C. U.M.A.

SECTORES VIVERISTA, PRODUCTOR, INDUSTRIAL Y COMERCIAL / NURSERY, PRODUCTION, INDUSTRIAL AND COMMERCIAL SECTORS

Ecohal Málaga
Trops
Brokaw España
FAECA
Eurobanan
Campaña Verde
Viveros Blanco
Viveros Canarias
Micoma
Procam
Aguacates Royal
Viveros Velavo
Marmosa

PATROCINADORES / SPONSORS

**Consejería de Agricultura y Pesca
Junta de Andalucía**
www.juntadeandalucia.es

Unicaja
www.unicaja.es

COLABORADORES / CONTRIBUTORS

Ecohal
www.ecohalmalaga.com

Diputación Provincial de Málaga
www.dipumalaga.org

Caja Rural de Granada
www.cajarural.com/granada

Trops
www.sat2803.com

Ayuntamiento de Vélez-Málaga
www.ayto-velezmalaga.es

F.A.E.C.A.
www.faeca.es
www.faecagranada.com

Campaña Verde Ecosol, S.L.
www.campinaverde.com

Viveros Canarias
www.viveroscanarias.com

Procam, S.C.A.
www.procamsca.es

Viveros Velavo, S.L.
Tel. 952 51 13 54 // Fax 952 55 05 99

Ayuntamiento de Algarrobo
Fax 952 55 24 23

Ayuntamiento de Almuñécar
www.almunecar-ctropical.org

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
www.mapya.es

Cajamar
www.cajamar.es

Bacardi España, S.A.
Tel. 954 65 56 91-954 65 56 93

Brokaw España, S.L.
Tel. 952 03 03 62 // Fax 952 50 09 80

Grupo Arc Eurobanan
www.eurobanan.com

Viveros Blanco, S.L.
www.agroes.com/viverosblanco

Micoma
Telf. 952 46 58 69 // Fax 952 66 49 00

Aguacates Royal
Telf. 952 43 53 30 // Fax 952 62 21 71

Marmosa Soc. Coop. And.
www.es.geocities.com/pk50es

ENTIDADES CIENTÍFICAS COLABORADORAS / SCIENTIFIC INSTITUTIONS

CIFA / IFAPA
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca

C.S.I.C.
www.csic.es

UMA
www.uma.es

**INDICE
(TABLE OF CONTENTS)**

**VOLUMEN II
(VOLUME II)**

PLAGAS (PESTS)

	Pág.
Glassy winged sharpshooters, <i>Homalodisca coagulata</i>, in Southern California avocado orchards.	
P. Oevering, B.A. Faber and P.A. Phillips	439
Reconsideraciones técnicas al ciclo biológico del barrenador de ramas del aguacate (<i>Copturus aguacatae</i>, Kissinger).	
C. M. Talavera y C. M. Padilla	445
Artrópodos asociados al cultivo del aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.) en Costa Rica.	
A. González-Herrera	449
The present knowledge of the mexican Thysanoptera (Insecta) inhabiting avocado trees (<i>Persea americana</i> Miller).	
R. M. Johansen-Naime, A. Mojica-Guzmán, A.R. Valle de la Paz y M. Valle de la Paz	455
Efecto de nutrición y riego sobre la población y daño por trips (varias especies) en frutos de aguacate <i>Persea americana</i> cv. "Hass" para dos regiones agroecológicas de Michoacán, México.	
V.M. Coria-Avalos, L.M. Tapia-Vargas, J.L. Aguilera-Montañez, J.J. Alcántar-Rocillo, J. Anguiano-Contreras, J.A. Vidales-Fernández y J.L. Morales-García	461
Distribución de la roña y del daño por trips en aguacate.	
G. Ávila-Quezada, D. Téliz-Ortíz, H. Vaquera-Huerta, R. Johansen-Naime, y H. González-Hernández	467
Control químico de trips en aguacate cv. Hass en Coatepec Harinas, estado de México.	
E. L. Castañeda-González, H. González-Hernández, R.M. Johansen-Naime, D. L. Ochoa-Martínez, H. Bravo-Mojica y J. F. Solís-Aguilar	473

Trips en diferentes cultivares de aguacate y en maleza asociada al cv. Hass en Coatepec Harinas, estado de México.	
E.L. Castañeda-González, H. González-Hernández, R.M. Johansen-Naime, D. L. Ochoa-Martínez, H. Bravo-Mojica y J. F. Solís-Aguilar	477
Trips (Thysanoptera) en huertos de aguacate (<i>Persea americana</i> Miller) cv. Hass en Michoacán, México.	
A. R. Valle-De la Paz, H. Bravo-Mojica, H. González-Hernández, R. M. Johansen-Naime, A. Mojica-Guzmán y M. Valle-De la Paz	481
Pests of avocado in Florida.	
J. E. Peña	487
Dynamics and sampling of mirids (Hemiptera: Miridae) in avocado in Florida.	
J. E. Peña, H. Glenn and R. M. Baranowski	495
Lepidopterous pests of Florida avocado: biodynamics, mortality factors and control.	
H. Glenn, J. E. Peña, R. M. Baranowski and R. Duncan	503
Desarrollo y validación de un plan de muestreo para <i>Oligonychus punicae</i> y <i>O. perseae</i> (Acari: Tetranychidae) en aguacate cv. Hass.	
O. Morales-Galvan, H. Bravo-Mojica, J. López-Collado, H. González-Hernández y A. Villegas-Monter	509
Differential susceptibility of avocado cultivars to fruitspotting bugs, <i>Amblypelta</i> spp. (Hemiptera:coreidae).	
G.K. Waite, K. Webb and M. Webb	515

ENFERMEDADES (DISEASES)

Ensayos de control biológico de la podredumbre blanca del aguacate.	
D. Ruano-Rosa, L. del Moral Navarrete y C. J. López-Herrera	519
Estudio de temperaturas de crecimiento <i>in vitro</i> en aislados de <i>Trichoderma</i> sp. y de <i>Rosellinia necatrix</i> . Evaluación del antagonismo mediante cultivos duales.	
D. Ruano-Rosa, L. del Moral-Navarrete y C.J. López-Herrera	525
Podredumbres radiculares del aguacate en el sur de España: revisión y estado actual de la investigación.	
R. M. Pérez Jiménez, T. Zea Bonilla y C. J. López Herrera	531

Selección de portainjertos de aguacate tolerantes a la podredumbre blanca causada por <i>Rosellinia necatrix</i>.	
R. M. Pérez Jiménez, T. Zea Bonilla, I. Imbroda Solano, F. Pliego-Alfaro, C.J. López Herrera y A. Barceló Muñoz . . . . .	.537
Evaluación de diferentes fungicidas para el control de la podredumbre blanca del aguacate.	
C. J. López-Herrera, T. Zea-Bonilla y R. M. Pérez-Jiménez . . . . .	.543
Efectos de herbicidas de pre y posemergencia en el crecimiento vegetativo y la susceptibilidad a <i>Rosellinia necatrix</i> en aguacate Hass en vivero.	
R. M. Pérez Jiménez, T. Zea Bonilla, J. M. Hermoso, R. Moreno y J. M. Farré . . . . .	.549
Breeding and field evaluation of new rootstocks for increased 'Hass' yields and resistance to root rot in South Africa.	
S. Kremer-Köhne and M. L. Mukhumo . . . . .	.555
Cellulase production by various sources of mulch.	
B. Faber and M. Spiers . . . . .	.561
A new phosphorous acid formulation for the effective control of <i>Phytophthora</i> root rot of avocado orchards.	
A. Botha, J.E. Skinner and A. Hough . . . . .	.567
Evaluación en campo de patrones clonales de aguacate de raza mexicana y antillana tolerante-resistentes a <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands.	
L. Gallo Llobet, F. Siverio de la Rosa, A. Rodríguez Pérez, P. Domínguez Correa, S. Pérez Zárata y S. Díaz Hernández . . . . .	.573
Evaluation of alternative fungicides for control of cercospora spot on 'Fuerte'.	
A. Willis and J.A. Duvenhage . . . . .	.579
Logarithmic systems for measuring severity of anthracnose and scab in avocado fruits.	
D. Téliz-Ortiz, G. Mora-Aguilera and G. Ávila-Quezada . . . . .	.585
Spatio-temporal dynamics of anthracnose on avocado (<i>Persea americana</i> Mill).	
D. Téliz-Ortiz, G. Ávila-Quezada, H. Vaquera-Huerta and L. Tijerina-Chávez . . . . .	.591
Predicting avocado fruit rots by quantifying inoculum potential in the orchard before harvest.	
K.R. Everett1, J. Rees-George, S.L. Parkes and P. R. Johnston . . . . .	.601
Contribución al estudio de una manifestación de woody gall asociada al sunblotch en vergeles adultos de aguacatero (<i>Persea americana</i> Mill).	
R.Martinez, F. Hernández , R.Martinez-Valero y P. Legua . . . . .	.607

POSCOSECHA (POSTHARVEST)

Laboratory based evaluation of 1-methyl cyclopropene (1-MCP): with five South African commercial export avocado cultivars.	
D. Lemmer and F.J. Kruger	.611
Semi-commercial evaluation of SmartFresh™ with South African export avocados in static containers at a packinghouse during 2002.	
D. Lemmer, J.Bezuidenhout, S. Sekhune, P. Ramokone, L. Letsoalo, T.R. Malumane, P. Chibi, Y. Nxundu and F.J. Kruger	.617
Fruit age management: the key to successful long distance export of New Zealand avocados.	
J. Dixon, H.A. Pak, A.J. Mandemaker, D.B. Smith, T.A. Elmsly and J.G.M. Cutting	.623
Impact of rainfall prior to harvest on ripe fruit quality of 'Hass' avocados in New Zealand.	
H.A. Pak, J. Dixon, D.B. Smith, T.A. Elmsly and J.G.M. Cutting	.629
Influence of early season maturity on fruit quality in New Zealand 'Hass' avocados.	
H.A. Pak, J. Dixon and J.G.M. Cutting	.635
Development of fruit maturity and mineral content norms for export avocado cultivars from different South African avocado growing regions.	
B. Snijder, J. M. Mathumbu and F. J. Kruger	.641
New Zealand avocado fruit quality: the impact of storage temperature and maturity.	
J. Dixon, H.A. Pak, D.B. Smith, T.A. Elmsly and J.G.M. Cutting	.647
Caracterización histológica y bioquímica de desórdenes fisiológicos en paltas (<i>Persea americana</i> mill.) cv. Hass en almacenaje refrigerado, en dos estados de madurez.	
P. Undurraga, J. A. Olaeta y G. Opazo	.653
Caracterización y evaluación en almacenaje refrigerado del cv. de palto Isabel (<i>Persea americana</i> Mill).	
J.A. Olaeta, P.L. Undurraga y S. Guajardo	.659
Can dynamic controlled atmosphere storage be used for 'Hass' avocados?.	
C.W. Yearsley, N. Lallu, D. Burmeister, J. Burdon and D. Billing	.665
Estudios sobre el podrido del aguacate en poscosecha.	
J.M. Hermoso y J.M. Farré	.671

Online non-destructive avocado firmness assessment based on low-mass impact technique.	
M.S. Howarth, I. Shmulevich , C. Raithatha and Y. Ioannides	679
Comparison between acoustic response and low mass impact measurement techniques to assess avocado firmness.	
I. Shmulevich , M. S. Howarth and Y. Ioannides	687
Diagnosis of mechanical injuries in avocados by magnetic resonance imaging.	
J. Sanches, C. I.Biscegli , J. F. Durigan , M. L. Simões and W. T. L. da Silva	695

PRODUCCIÓN ECOLÓGICA (ORGANIC PRODUCTION)

El aguacate en agricultura ecológica. Puntos de control y certificación según el reglamento europeo 2092/91 y sus modificaciones.	
J.D. García González y M. Amador Seco	701
El aguacate ecológico. Aspectos técnicos, sociales y medio ambientales de su cultivo en Andalucía.	
J.D. García	707
Conversion from conventional to organic avocado production.	
A.M. Campbell	713
Effects of mulch on avocado and citrus.	
B.A. Faber, A.J. Downer and J.A. Menge	719
Trichoderma in organic agriculture.	
E. Monte and A. Llobell	725
Efectividad biológica de productos no convencionales contra trips en el cultivo de aguacate (<i>Persea americana</i> mill. cv. Hass) en Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México.	
M. Valle-De la Paz, J. F. Solís-Aguilar, J. L. Morales-García y R. M. Johansen-Naime	735

SALUD Y NUTRICIÓN HUMANA (HEALTH AND HUMAN NUTRITION)

Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass.	
M.A. Ortega Tovar	741

INDUSTRIALIZACIÓN (INDUSTRIALIZATION)

Industrialización del aguacate: Estado actual y perspectivas futuras.

J.A. Olaeta749

Estabilidad del aguacate osmodeshidratado durante el almacenamiento.

M. Schwartz, M. Sepúlveda, J.A. Olaeta y P. Undurraga755

Obtención de una pasta de aguacate mediante tratamiento térmico.

A. Ortiz , R. Mora¹, T. Santiago y L. Dorantes761

COMERCIO INTERNACIONAL (INTERNATIONAL COMMERCE)

Fruit of the fortune in Taiwan.

P. Ling769

Country report - New Zealand.

J. G. M. Cutting773

Marketing en aguacates, si ó si.

H. Frías779

Situación del cultivo de palto en el noroeste argentino.

C. Aguirre, B.A. Fernández Vera y J. A. Czepulis Casares787

Australian avocados: Marketing and promotion.

A. Allen793

California avocados: competing and winning, the white-hot marketing game.

Ch. Wolk797

Avocado in Israel 2003.

S.Homsky803

Comercialización de las empresas exportadoras michoacanas de aguacate a los Estados Unidos de América.

M.P. Jiménez Izarraraz811

Competitiveness of mexican avocado exporting companies to the United States of America.

J. Bonales, J. Navarro y O. Pedraza817

Experiencias en la transferencia de tecnología con productores de aguacate, en Uruapan, Michoacán, México.

S. Aguirre Paleo, D. Guzmán Aguirre y A. E. Bárcenas Ortega825

Las empresas productoras de aguacate en el litoral mediterráneo español: factores que determinan su productividad.	
J. Calatrava-Requena y S. Sayadi . . . . .	.831
Análisis de rentabilidad de distintos tipos de plantaciones de aguacate en la costa mediterranea española.	
A. Bertuglia, J. Calatrava y E. Guirado . . . . .	.845

GLASSY WINGED SHARPSHOOTERS, *HOMALODISCA COAGULATA*, IN SOUTHERN CALIFORNIA AVOCADO ORCHARDS

P. Oevering¹, B.A. Faber¹ and P.A. Phillips¹

¹University of California, Cooperative Extension, 669 County Square Dr. #100, Ventura, CA 93003, USA. E-mail: poevering@ucdavis.edu

SUMMARY

The presence of whitish exudates or sharpshooter excrement as a contaminant on the shoulders of avocado fruit from the feeding of *Homalodisca coagulata* (GWSS) on fruit pedicels has caused concern among California avocado growers and precipitated this study.

Populations of GWSS- were studied in avocado orchards adjacent to orange groves from March 2002 to November 2002 at two locations (two orchard pairs) in San Diego. Beat sampling, visual examination and sticky cards were used to assess the numbers of GWSS adults, nymphs and egg masses and the occurrence of the parasitoids *Gonatocerus ashmeadi* and *G. morilli* in both pairs of orchard types. Sharpshooter excrement was assessed as percent fruit contaminated and as percent fruit surface area covered. Adult GWSS were present and feeding on the fruit pedicels in both avocado orchards studied. Both parasitoids were found in similar numbers within the avocado and orange study areas at both sites. The appearance of excrement-covered avocado fruit at both sites occurred in late summer. For both sites, a correlation was found between both the percent fruit with excrement and the percentage of fruit surface covered with exudate with distance from the adjacent orange grove in the September measurements. By October the percentage of fruit with excrement contamination and the percentage of exudate coverage on the fruit were no longer correlated with distance from the adjacent orange grove at either site. This indicated that GWSS had evenly dispersed within the avocado orchards after earlier migration from adjacent citrus groves. The impact of excrement on the marketability and quality of avocado fruit remains to be investigated, but since there was no correlation between fruit size and intensity of GWSS feeding as measured by percentage exudate coverage, no evidence was found that GWSS feeding on the pedicel affects fruit development. Considering the observations in this study, we think that GWSS is unlikely to achieve the pest status in avocado that it has in citrus. The occurrence of GWSS in avocado seems related to the presence of citrus in the vicinity. The exudate coverage of fruit may be problematic in areas with a citrus-avocado interface.

Key Words: *Homalodisca coagulata*, avocado, orange, population dynamics

INTRODUCTION

Glassy-winged sharpshooters (GWSS) (*Homalodisca coagulata* Say) have spread widely in Southern California since their introduction in 1990 (Sorensen and Gill, 1996). GWSS adults and nymphs feed on xylem fluids, which are generally of low nutritional quality. Therefore the amount of liquid required for development and survival of GWSS is large and the amount of excrement produced may be substantial (Andersen *et al.*, 1989). More than 225 plant genera are listed as host plants for GWSS, including avocado (Anon, 2003). In Southern California GWSS are bivoltine, and the second generation that occurs in late summer is generally more numerous than the spring generation (Phillips, 2000).

In 2001, large numbers of second-generation adults were reported feeding on pedicels in avocado groves, and considerable amounts of white excrement residue were found on fruit surfaces. These reports were localized in Pauma Valley (San Diego County) in Southern California. In 2002, we assessed the potential pest status of GWSS in avocado and studied the natural populations of GWSS in avocado and adjacent orange groves and observed the presence of the egg parasitoids *Gonatocerus morilli* and *G. ashmeadi* and assessed the presence of excrement on fruit in Pauma Valley.

MATERIALS AND METHODS

In San Diego County, two groves were monitored every two weeks from March 2002 to November 2002. For each of the field sites, 20 Hass avocado trees located adjacent to a Valencia orange grove were selected for observation, together with 5 Valencia orange trees in the first row of the adjacent Valencia grove. Two plots were located in Pauma Valley, San Diego County (P I and P II). In P I the trees were young (2-5 year old) and up to 1.5m tall, while in P II trees were 8 years old and 5-7m tall. Each of the 5 orange trees and 20 avocado trees selected per grove were observed once every two weeks; the number of egg masses, nymphs and adults on the branch tips (0.6m in length) of 5 branches were counted by visual inspection and beat sampling. Relative changes in observed population densities were analyzed using ANOVA.

Sticky cards

In August and September, yellow sticky cards were used to monitor numbers of GWSS adults and GWSS parasitoids (*Gonatocerus ashmeadi* and *G. morilli*) in oranges and avocado at plots PI and PII in Pauma Valley. Cards were collected after two weeks and the numbers of adult GWSS and parasitoids trapped were recorded.

GWSS exudate on avocado fruit

In Pauma Valley, avocado fruit on trees were scored both in September and October for the percentage of the surface covered by exudate. The fruit size and position of this fruit in the tree were also recorded. These observations were made on 160 avocado fruit on young trees (PI) and mature trees (PII) in the row adjacent to orange trees. On mature trees (P II) 160 fruit were also observed at a distance of 5 rows and 10 rows from orange trees.

RESULTS AND DISCUSSION

The numbers of adult GWSS did not differ between avocado and orange trees immediately adjacent to each other (Fig.1). The numbers of nymphs in young orange trees in Pauma Valley (plot P I) were higher ($F= 4.59$; $P=0.0063$, 3df) than in either young or mature avocado or mature orange trees. The number of egg masses in mature avocado trees in P II was lower ($F= 5.75$; $P=0.0018$, 3df) than in young avocado trees or both young and old orange trees. These observations show that GWSS adults move freely into avocado groves, and although egg masses are laid in both orange and avocado trees, they oviposit less frequently in avocado trees. Fewer nymphs were found in avocado, which may be related to the fewer egg masses laid and/or differential mortality of nymphs developing on avocado trees.

Sticky Cards

With the exception of adult GWSS trapped in P II from 9/5 to 9/20, numbers of GWSS, *G. ashmeadi* and *G. morilli* did not differ between cards positioned in orange trees or avocado trees in the same plot (Table 1). Therefore, both adult GWSS and egg parasitoids move freely into avocado groves.

GWSS exudate on avocado fruit

No correlation was found between position of fruit on the tree and/or size of the fruit and the percentage of exudate coverage on the fruit (Fig.2), indicating that the data do not substantiate GWSS feeding affecting fruit development. When correlating the distance between avocado trees and orange trees and the number of fruit with any exudate coverage we found a strong correlation in September ($R^2=0.94$, $F=31.58$, $P=0.0302$), with the amount of fruit with any exudate declining with increasing distance from orange trees. In October, the same plots no longer showed this correlation (Fig. 3). When looking at the percentage of coverage on fruit (excluding fruit without exudate) we found a correlation ($R^2=0.92$, $F=23.8$, $P=0.0395$) that showed a similar decline in percentage coverage with increasing distance from orange trees in September. This correlation was also no longer significant in October. On heavily covered fruit sooty mold was found growing on the excrement. These results indicate that adult GWSS feeding on the fruit pedicels of avocado can coat considerable fruit surface area with their excrement. The effect of this exudate coverage is unclear, since the data do not substantiate the concern that GWSS affects fruit development. The effect on marketability of exudate-covered fruit may be substantial, although further study on fruit quality of exudate covered fruit is needed.

CONCLUSIONS

It is clear that GWSSs occur in "Hass" avocado and that the excrement of feeding GWSS adults may cover a substantial amount of fruit surface area. During the second generation, the amount of exudate coverage may increase and cover larger areas of the fruit, and black sooty mold may be present on top of the exudate. Considering the observations in this study, we think that GWSS is unlikely to achieve the pest status in avocado that it has achieved in citrus (Phillips, 2000). However, the exudate coverage of fruit may be problematic in areas with a citrus-avocado interface. Research on the quality of exudate-covered fruit is needed to determine whether or not this presents an economic concern to the grower.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge the California Avocado Commission for financial support. We thank Gary Bender, Chris Payne, John Rodgers and Michi Yamamoto for their assistance in the field.

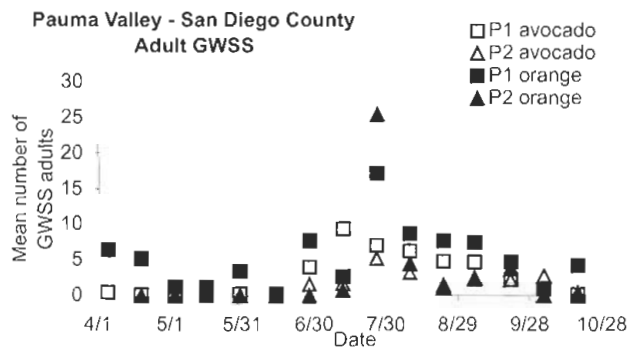
REFERENCES

ANDERSEN PC, BRODBECH BV, MIZZELL RF 1989. Metabolism of aminoacids, organic acids and sugar extracted from the xylem fluid of four host plants by adult *Homalodisca coagulata*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 50: 149-159.

ANON 2003. Pierces' Disease Program, section 3658, article 1. California Department of Food and Agriculture. <http://pi.cdfa.ca.gov/pqm/manual/454.htm#appendixa>

PHILLIPS PA 2000. The glassy-winged sharp shooter – a new threat for California citrus as potential vector of CVC. CAPCA Advisor Magazine, July/August, pp. 16-17, 28.

SORENSEN, J.T. AND GILL, R.J., 1996. A range extension of *Homalodisca coagulata* (Say) (Hemiptera: Clypeorrhyncha: Cicadellidae) to Southern California. Pan Pacific Entomologist, 72 (3):



A

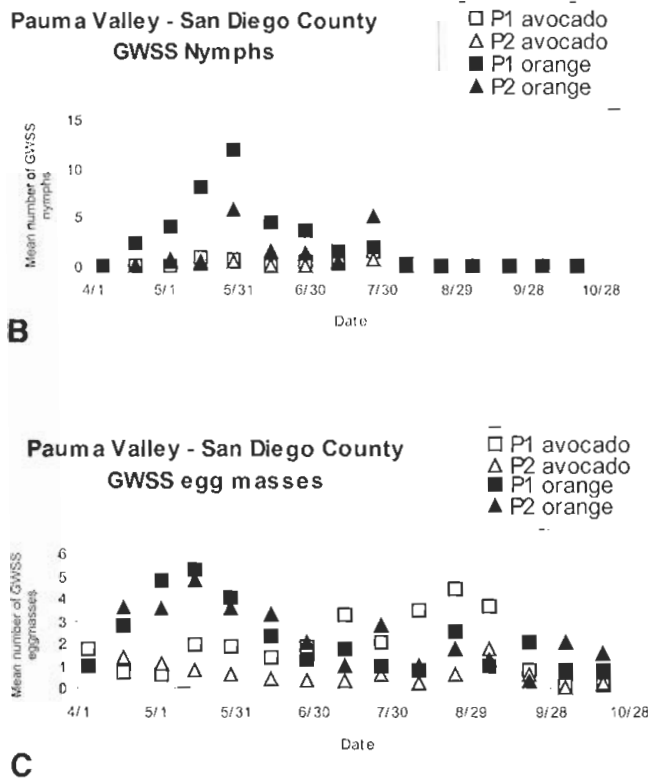


Figure 1. Mean number of GWSS adults (A), nymphs (B) and egg masses (C) found in beat samples and/or visual inspection of 5 branch tips per tree in two plots in Pauma Valley from April to November, 2002.

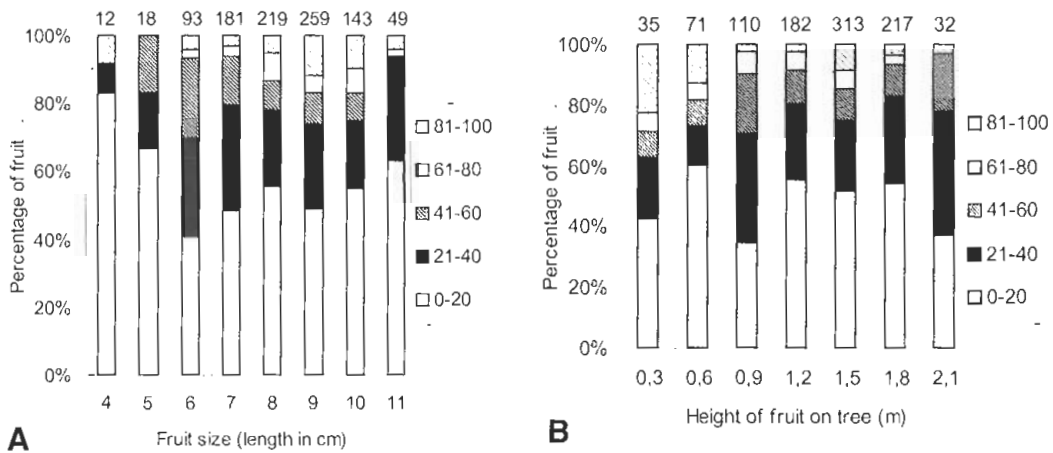


Figure 2. Relationship between the percentage exudate coverage on the fruit and fruit size (A) and height of fruit on the tree (B), numbers above bars are the total number of fruit in the category.

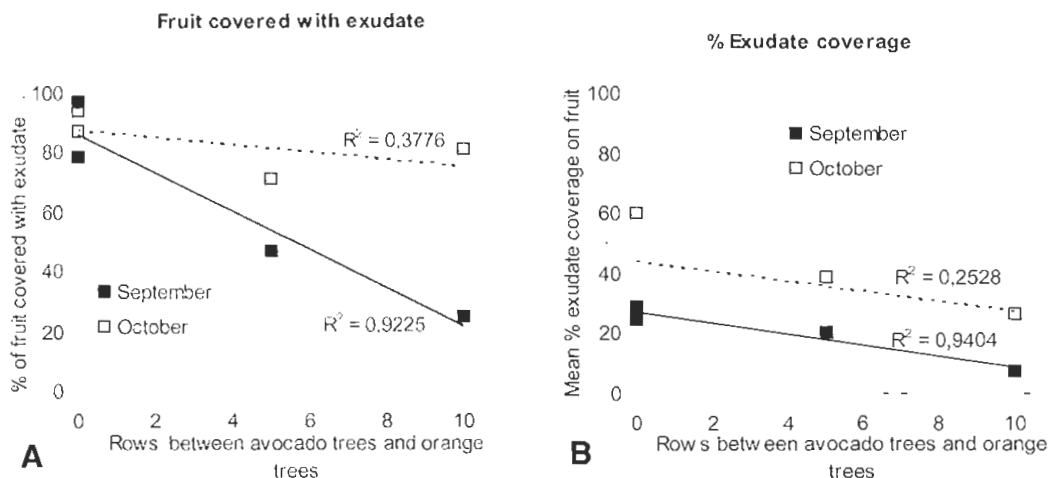


Figure 3. Relationship between distance from orange trees and percentage fruit with exudate coverage (A) and mean percentage exudate coverage on the fruit (B).

	GWSS adults	G. ashmeadi	G. morilli
8/23/02			
P1 avocado	139.7±33.2a	56.7±8.2a	7.3±2.8a
P1 orange	116.0±39.0a	48.0±4.6a	5.6±2.5a
P2 avocado	79.7±18.3a	20.6±10.4b	10.0±2.7a
P2 orange	X	X	X
9/5/2002			
P1 avocado	48.3±16.9a	61.7±20.0a	11.7±3.6a
P1 orange	46.5±13.1a	69.8±21.1a	20.4±2.2a
P2 avocado	51.7±19.7a	23.7±7.1b	9.7±3.3b
P2 orange	137.9±21.3b	11.2±3.1b	3.0±3.1b
9/20/2002			
P1 avocado	25.7±10.4a	21.7±4.5a	56.7±15.3a
P1 orange	12.1±6.2a	17.4±9.7a	41.1±19.7a
P2 avocado	32.7±9.4a	13.3±2.2b	13.7±4.2b
P2 orange	44.7±22.5a	10.1±2.5b	17.4±9.6b

Table 1. Mean number of adult GWSS, *Gonatocerus ashmeadi* and *G. morilli* ± SE trapped on yellow sticky cards in two Pauma Valley plots (P1, P2), each with cards in avocado and orange (different letters indicate significantly different means, X = no cards for that date)

RECONSIDERACIONES TECNICAS AL CICLO BIOLÓGICO DEL BARRENADOR DE RAMAS DEL AGUACATE (*COPTURUS AGUACATAE*, KISSINGER)

Talavera, C. M. y Padilla, C. M.

Grupo Cooperativo Purépecha. purepecha@ulter.net

RESUMEN

Este trabajo se desarrollo durante los años 2001 y 2002/03 en las zonas aguacateras del estado de Michoacán, México. Para lo cual se estableció un experimento por cada estrato ecológico identificado, siendo por consiguiente tres localidades seleccionadas y ubicadas en los diversos ambientes agroclimatológicos. Bajo condiciones controladas en campo y bajo diseño experimental se indujo la oviposición de hembras del barrenador de ramas en sitios, ramas y árboles pre-determinados en tres fechas distintas; iniciándose desde su reclusión la toma de datos y parámetros que soportan la discusión y conclusiones de esta investigación.

La información que consignan las diferentes fuentes de consulta que integran el marco referente, técnico y legal, sobre el ciclo de vida y control del barrenador de ramas, exhibe imprecisiones y cierto anacronismo al concretarse en la práctica; eje motor y principal motivo en la intención de estos ensayos.

De las observaciones realizadas así como de los resultados obtenidos del análisis estadístico se desprende lo siguiente:

INTRODUCCIÓN

El estado de Michoacán México, por su magnitud en cuanto a superficie establecida se refiere es conocido como la capital mundial del aguacate, cuyo eje vertebral recae en los municipios de Uruapan, Tancitaro, Ario de Rosales, Nuevo Parangaricutiro, Tacámbaro y Salvador Escalante. Sin embargo, como problema fitosanitario que limita la comercialización de la fruta hacia y entre las esferas de mercado nacional e internacional se cita la presencia y proliferación del barrenador de troncos y ramas (*Copturus aguacatae*), ante lo cual se han emprendido y ejecutan actualmente diversas acciones de control para disminuir su impacto en la calidad y volúmenes de fruta a mover y comerciar.

Para tal efecto, el universo de actividades que su control y combate implican, se circunscriben en el contenido de la infraestructura técnica documental disponible; misma que a juicio de la intención de esta investigación exhibe imprecisiones en cuanto a la duración del ciclo de vida de este coleoptero en cuestión. Las cuales al aquilatarse con la oportunidad de realizar cronológicamente acciones de control, se acentúan diáfanas y como un incremento en los sistemas de producción .

Motivo principal en la concreción de este trabajo, es la comparación de los resultados **versus** el referente bibliográfico existente, superponiendo el interés ya asentado anteriormente.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se desarrollo durante los años 2001, 2002 y parte del 2003 en tres municipios del Estado de Michoacán, mismos que por su ubicación geográfica, están inmersos en la zona de transición; con agrosistemas diferenciados; Uruapan, Ziracuaretiro, y Nuevo Parangaricutiro.

Se estableció un ensayo en cada huerto seleccionado con tres repeticiones cada uno y tres unidades experimentales o tratamientos, siendo una repetición la igualdad a un árbol y ecositios de reclusión las ramas de este, donde también se hicieron variar las fechas de reclusión de los coleopteros. Las condiciones de los huertos y árboles son las que prevalecen en la generalidad de los pisos ecológicos identificados.

En base a monitoreos permanentes sobre las fluctuaciones de *Copturus*, se realizaron capturas de adultos durante los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre, no evidenciando este estadio en los meses subsecuentes.

Una vez capturados los insectos se procedió a sexarlos para su reclusión en ramas de los árboles seleccionados colocando una tela plástica de cincuenta mallas de 20-25 cm de largo en la rama sujetando a los extremos una liga y engrapando el resto de la tela; antes de sellar totalmente se colocaban manualmente los insectos, un macho por cada tres hembras. Se disectaron periódicamente las ramas para observar el desarrollo de los insectos utilizando en un principio una lente de quince aumentos, realizando esta actividad con mucho cuidado par no matar o destruir a los individuos, observándose el desarrollo de los mismos, sin desprender el material vegetativo para continuar con las observaciones subsecuentes. Se utilizaron hojas de campo pasa asentar los datos obtenidos los cuales posteriormente se requirieron para su análisis estadístico. Como herramienta estadística se atendió a lo dispuesto en el modelo distribución serie sencilla efectuándose las interrelaciones pertinentes con la prueba de Duncan 5 % previa determinación de los límites mínimos de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producto de las observaciones y toma de datos en campo, se desprende que el barrenador de ramas, desde la oviposición hasta la emergencia de adultos duró un periodo de tiempo de 285 días con un rango que oscila de los 273 a los 296 para el caso del ensayo realizado en el municipio de Ziracuaretiro.

En el municipio de Uruapan el análisis de los parámetros obtenidos, arrojan que entre la oviposición y el estadio adulto existe una distancia de 265 días con un rango de 290 a 304 días.

El ensayo efectuado en el municipio de Nuevo Parangaricutiro consigna que durante los estadios ya citados existe una duración de 291 días con un rango que va de los 264 a los 292 días.

La media panderada al involucrar la información de las tres localidades con las tres fechas oviposición hasta la aparición de adultos hacen una duración de 285 días con un rango de 275 a 297 días.

La significancia estadística entre localidades indica que su variación no influye en el comportamiento de *Copturus aguacatae*, no así entre las fechas de oviposición – adulto o tratamientos, ya que aunque existe una diferencia de hasta 90 días entre las oviposiciones la prolongación en tiempo fluctúa desde los 228 hasta los 328 días, siendo más precoces las oviposiciones detectadas en el mes de octubre y más tardías las de julio. En este tenor es necesario asentar que invariablemente de las fechas de oviposición de las diversas reclusiones, los adultos emergieron en periodos similares, demostrándose así la gran capacidad del Barrenador de ramas a las condiciones agroclimáticas ya que su presencia fue evidenciada durante los meses de Mayo, Junio, Julio y principios de Agosto.

La bibliografía revisada y consultada consigna que sin considerar la duración del estadio adulto de huevecillo a la emergencia de este último existe un rango de 140 a 156 días, generalizando para el Estado de Michoacán; lo cual contrasta con lo obtenido en esta investigación .

La duración del ciclo biológico obtenida del análisis de los resultados de los tres ensayos, es como a continuación se enuncia.

Huevecillo	_____	12 días *
Larva	_____	248 días *
Pupa	_____	25 días *
Adulto	_____	42 días

*Suma 285 días

La información de que existen dos generaciones al año y que son sobrepuestas presenta inconsistencias al destacarse que la fecha de oviposición es indiferente para que los adultos emerjan a principios del período pluvial; además debe incorporarse a esta reseña el principio de adaptación del coleoptero, ya que al disminuir los factores necesarios para el cumplimiento de su reloj biológico su prole puede modificar sustancialmente la duración de sus instares.

CONCLUSIONES

- El barrenador de ramas, en las zonas aguacateras del estado de Michoacán, México, presenta una sola generación en su ciclo biológico.
- El ciclo de vida del barrenador de ramas puede prolongarse o acortarse en la detección de los estadios de la progenie en relación a la suma de factores intrínsecos y externos que condicionan su capacidad de adaptación.
- No existe interrelación significativa entre localidades y el comportamiento o duración del ciclo biológico de *Copturus aguacatae* .
- Las condiciones agroclimáticas de las localidades objeto de estudio, difieren significativamente, más sin embargo existen diferencias en el manejo o prácticas de cultivo.
- *Copturus aguacatae*, no demuestra generaciones sobrepuestas, pero sí acusa una gran capacidad de adaptación en atención a los factores que ingresan en esta condición.

- Las acciones o programas de trabajo enfocados al control y combate del barrenador de ramas, deben centrar su atención a las consideraciones aquí vertidas para lograr mejores resultados.
- El ciclo de vida de *Copturus aguacatae*, es de 285 días, con un rango de los 273 a los 296 días; sin considerar la duración del estado adulto.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento por las facilidades, recursos otorgados y colaboración para la culminación y difusión de este trabajo a:

Ma. Del Rosario Contreras Miranda, J. Carmen Chávez Aguilar, Joaquín Talavera Mendoza (Productores Cooperantes), Ing. Ricardo J. Vega López, (Grupo Corporativo Purépecha), Sr. Jesús Méndez Sánchez, Sr. Víctor M. Barragán Garibay, M. V. Z., Alejandro Ayala Morfín, (Junta local de Sanidad Vegetal del Municipio de Uruapan, Mich.) y Sr. Leonel Valencia.

BIBLIOGRAFÍA

CESV- SAGARPA. 2003. Curso Teórico Práctico de Barrenadores de Hueso y Ramas del Aguacate; además Trips y Araña Roja. Uruapan, Michoacán. México.

COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL MICHOACÁN- SAGARPA. Tríptico "Duración del Ciclo Biológico y Generaciones al Año de Barrenador de Rama y Barrenador de Hueso, Uruapan, Michoacán. México.

EQUIHUA, A. GONZÁLEZ, H., ESTRADA, E. Y GONZÁLEZ, M. 1998 Folleto CP 98-2, Días del Aguacatero 98, "Maestro Ramón Martínez Barrera". Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas y Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" – UMSNH, Uruapan, Michoacán. México.

GUDIÑO, J. M. L., GARCIA G. M. A. 1990. Biología y Hábitos del Barrenador de Ramas y Tronco del Aguacate (*Copturus Agucatae* Kinssinger) en la región de Uruapan, Mich. Tesis Profesional Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Uruapan, Michoacán. México.

Memoria del Primer Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate 2001, sede Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"- UMSNH, Uruapan, Michoacán, México.

MORALES, G. J. L. ET AL. 1998. Tecnología –Produce Aguacate en Michoacán. INIFAP – Fundación Produce Michoacán A. C. Michoacán, México.

SAGARPA 2002. Apéndice de la NOM-066-FITO-2002. Manual Operativo de la Campaña Manejo Fitosanitario del Aguacatero. México.

ARTROPODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA* MILL.) EN COSTA RICA

A. González-Herrera¹

¹*Museo de Insectos, Centro de Investigación en Protección de Cultivos (CIPROC). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Correo electrónico: allsolo@racsa.co.cr*

RESUMEN

En los últimos siete años, se visitaron plantaciones comerciales y experimentales (convencionales y orgánicas), viveros y plantas silvestres en las principales zonas aguacateras del país, para recolectar ácaros e insectos alimentándose de estos árboles. Las muestras se recolectaron usando diferentes tipos de trampas (amarillas pegajosas, redes de golpe, paraguas invertido y tipo Moe-ricke) y manualmente, posteriormente se analizaron y evaluaron bajo condiciones de laboratorio. Se recolectó y crió 34 especies de Lepidopteros (15 familias), 46 especies de Coleopteros (6 familias), 2 especies de Hymenopteros (2 familias: Apidae y Formicidae), 13 especies de Homopteros (6 familias), 5 especies de Heteropteros (3 familias), 2 especie de Diptera (2 familia: Cecidomyiidae y Tephritidae), 10 especies de Thysanopteros (2 familias), 1 especie de Isoptera (1 familia) y 4 especies de ácaros (1 familia: Tetranychidae). Del material recolectado, se pudo criar enemigos naturales en 132 ocasiones, 8 familias de Hymenopteros parasitoides (15 géneros, hasta ahora identificados) y en 20 ocasiones, 8 géneros de moscas parasitoides de la familia Tachinidae (Diptera). A pesar de la gran variedad de organismos recolectados, sólo algunos se consideran de importancia económica, bajo las condiciones actuales de manejo para plantaciones en Costa Rica, las cuales también han sido reportados como plagas en otros países de América.

Palabra Clave: Actualización taxonómica, Aguacate, Artrópodos, Enemigos naturales, Control biológico, Costa Rica, Parasitoides

INTRODUCCIÓN

El aguacate es una planta propia de las regiones tropicales y subtropicales de Centroamérica y México. Costa Rica, por lo tanto, cuenta con condiciones agroclimáticas favorables para su desarrollo, lo que favorece que muchos insectos y ácaros desarrollen asociaciones con la planta. Varios

organismos, algunos muy conocidos y otros no tanto, son los responsables directos por las pérdidas de cosechas e incluso de la muerte de árboles, algunos podrían ser vectores de enfermedades, como los Cicadelidos (Homoptera) o podrían pasar a ser plagas importantes en el futuro. La información sobre insectos en aguacate en Costa Rica, está basada en referencias poco actualizadas (Anónimo 1965; Ministerio de Agricultura y Ganadería 1983, Morera 1983) o con errores en las identificaciones, por lo que se requiere información actualizada, así como conocer la biología y la agroecología de insectos y ácaros que se alimentan del aguacate.

Mucha de la literatura generada en Costa Rica se ha enfocado en proporcionar revisiones bibliográficas o listados, donde se da información básica de plagas y algunas alternativas de combate (Anónimo 1989, Esquivel 1991, Mora, 1994; Jiménez 1996, Picado 2001, Comunidad Internet 2003, Voegtlin et al. 2003). En algunos casos se encuentra información con los nombres de las plagas equivocados o desactualizados (Campos et al. 1990; Ministerio de Agricultura y Ganadería 1991, Barahona 1991, Loaiza 2002). En Costa Rica, se han realizado pocos estudios para identificar parasitoides y enemigos naturales que puedan tener potencial en el combate de las principales plagas en aguacate, como son los perforadores de la semilla, algunos defoliadores, ácaros y trips, González y Soto (1998) y Soto y González (1999) reportaron Tachinidos (Diptera) y un Eulophido (Hymenoptera) parasitando un lepidoptero defoliador asociado al aguacate.

Los esfuerzos realizados a través de proyectos, han estado concentrados en estudios sobre la densidad poblacional de algunas plagas, en las que se evalúan los niveles de daño y efectos sobre la producción (Barahona 1998, Gómez 1998), así como en recolectar material muy específico asociado al cultivo, como en el caso de Ochoa et al. 1991, en su libro de Ácaros fitófagos de América Central. Otros estudios se han enfocado en el combate del picudo del aguacate (*Heilipus* spp), considerados como la plaga de mayor importancia económica en el país (González 1997) y sobre el ácaro *Oligonychus perseae* (Gómez 1996).

Los principales objetivos de este trabajo fueron el recolectar y conocer los organismos (huevos, ninfas, larvas y adultos) que se alimentan de *Persea americana* en Costa Rica, para completar y conocer su biología y comportamiento, además, dar a conocer los nombres científicos actualizados para algunas de las especies de insectos y ácaros que se logren criar o recolectar, con la colaboración de especialistas.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Selección de las plantaciones

Para seleccionar las áreas a muestrear, previamente se investigó y consultó con funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (M.A.G.) y de la Asociación Nacional para el Desarrollo de la Industria del Aguacate (A.N.A.) sobre las principales zonas productoras del país, así como de potenciales agricultores que se pudiesen colaborar con las investigaciones. Una vez determinadas estas áreas, se visitaron al menos cuatro veces al año, en visitas distribuidas de forma aleatoria a lo largo del año, tratando de que las visitas se realizarán antes y durante las épocas de floración, fructificación y cosecha. La variedad y la edad de los árboles no fueron factores que se tomaron en cuenta para la selección de las áreas y la recolección de muestras. Las áreas seleccionadas se encontraban distribuidas entre los 200 y los 1500 msm.

2. Recolección y manejo de muestras

Los muestreos se realizaron desde el mes de setiembre de 1995 hasta el presente. En algunas de las áreas seleccionadas se colocaron trampas amarillas pegajosas y trampas amarillas tipo

Moericke con 100 ml de propilenglicol puro, distribuidas al azar en el campo a 1.5m del suelo, las cuales se revisaron y cambiaron semanalmente. Se colocaron en lugares de fácil acceso y representativos de la zona, por periodos de dos meses a intervalos de tiempo, en diferentes épocas del año. Se realizaron recolectas de insectos utilizando redes entomológicas y mantas blancas. También se recolectaron muestras de artrópodos por inspecciones visuales y recolectas manuales, dirigidas de forma aleatoria o intencional sobre árboles de diferente edad y variedad, sin y con síntomas.

Las muestras vegetales recolectadas, tale como frutos, hojas, flores, ramas y secciones de tallos, junto con los artrópodos se llevaron y procesaron en el Laboratorio de Entomología del Museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica. Los especímenes adultos se montaron y etiquetaron con su respectiva información. Los especímenes inmaduros (huevos, ninfas y larvas) se colocaron en bolsas o recipientes de vidrio debidamente rotulados, se llevaron registros de observaciones a través del tiempo, se les proporcionó alimento fresco, hasta lograr completar su ciclo biológico y obtener adultos. Algunos insectos se separaron por morfoespecies según color, tamaño y forma. El material vegetal recolectado con síntomas, se dejó en observación por periodos de hasta 6 meses, a la espera de obtener algún posible espécimen.

Los especímenes se identificaron hasta nivel de especie, cuando esto no fue posible, ya que no se contó con claves taxonómicas, información o especialistas que colaboren en las identificaciones, se les clasificó hasta orden o familia. En este trabajo se aplican los cambios taxonómicos propuestos por Anderson, 2001. Las identificaciones se realizaron con la utilización de claves, libros y la ayuda de especialistas de las diversas familias recolectadas. Se contó con la colaboración de G. Vega (Lepidoptera) del Museo Nacional, C. Godoy (Cicadellidae), I. Chacón (Lepidoptera), E. Phillips (Lepidoptera), B. Espinoza (Lepidoptera), A. Solís (Scarabaeidae) y M. Lobo (Tachinidae) del Instituto Nacional de Biodiversidad, H. Aguilar (Acari) y H. Lezama (Cerambycidae) del Museo de Insectos (U.C.R.), P. Hanson (Hymenoptera) y A. Retana (Thysanoptera) de la Escuela de Biología (U.C.R.), W. Flowers (Chrysomelidae) y Ch. W. O'Brien (Dryophthoridae) de la Universidad de Florida A&M, Tallahassee, L. Kirkendall (Scolytinae) de la Universidad de Bergen, Noruega y M. Wood (Tachinidae) de Canadian National Collection of Insects, Ontario, Canada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Localidades muestreadas

Se logró recolectar muestras de 35 localidades ubicadas en el Valle Central, en la Región del Pacífico Central y la Región del Pacífico Norte del país, distribuidas en seis de las siete provincias de Costa Rica .

Resultados de muestreos

Se logró completar una colección de referencia con 127 especies de organismos, entre insectos y ácaros, para un total de 1158 especímenes recolectados y criados, los cuales se encuentran depositados en la colección entomológica del Museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica.

Según el cuadro 1, se logró recolectar y criar una gran variedad de artrópodos de diferentes ordenes y familias, de las cuales aún no todas las especies han podido ser identificados, debido a la gran variedad y escasa información que de algunas especies se posee, incluso algunos casos son nuevos registros entomológicos.

ORDEN	FAMILIAS	ESPECIES	CANTIDAD DE ESPECIMENES
Lepidoptera	15	34	284
Coleoptera	6	46	507
Hymenoptera	2	2	14
Homoptera	6	13	143
Heteroptera	3	5	103
Diptera	2	2	31
Thysanoptera	2	10	56
Acari	1	4	20
Total	37	116	1158

Cuadro 1. Registro de insectos recolectados y criados por ordenes

Los ordenes más abundantes tanto en cantidad de familias como de individuos recolectados son los Lepidopteros y Coleopteros. De estos dos ordenes, las familias de la que se obtuvo un mayor número de especies fueron: Tortricidae y Geometridae (Lepidoptera) con 14 y 13 respectivamente y Dryophthoridae (antes Curculionidae) (Anderson, 2001) y Chrysomelidae (Coleoptera) con 32 y 10 respectivamente.

Como resultado adicional a la recolecta en el campo de estadios inmaduros (huevos, larvas y ninfas) y pupas, se lograron criar parasitoides de los ordenes Hymenoptera y Diptera. Del orden Hymenoptera se criaron avispas de ocho familias diferentes y del orden Diptera se obtuvieron 8 géneros de la familia Tachinidae. En 138 ocasiones, se obtuvo parasitoides provenientes de larvas de lepidoptera, en 5 ocasiones de Heteropteros, en 4 ocasiones de Homopteros, 3 de Diptera y en dos ocasiones de Coleopteros. Hasta la actualidad no todos los parasitoides han sido debidamente identificados, debido a la gran variedad y complejidad de algunas de las familias a las que pertenecen.

CONCLUSIONES

Existe una gran variedad de artrópodos que cumplen sus ciclos biológicos asociados al aguacate, por lo que existe un gran potencial para conocer aún más sobre su comportamiento, los diversos métodos de combate y los enemigos naturales asociados a estos.

El estatus actual de las siguientes especies es como se detalla a continuación: 1- *Oligonychus yothersi* McGregor (antes era *Paratetranychus yothersi*) (Earl et al. 1955). 2- *Copturomimus perseae* (Gunther) (antes *Copturus perseae*). 3- *Macropturus constrictus* (Champion) (antes *Copturomimus constrictus*, *Copturus constrictus*). 4- *Cylindrocopturus lunatus* (LeConte) (antes *Copturus lunatus*) sólo se le ha reportado en California, U.S.A. y no asociado al aguacate (O'Brien et al. 1982; Loaiza 2002). 5- *Macropturus aguacatae* Kissinger (antes *Copturus aguacatae*) sólo se le conoce en México (Charles O'Brien, comunicación personal). 6- *Heilipus lauri* (reportado en México, no en Costa Rica, Charles O'Brien, comunicación personal). 7- *Heilipus trifasciatus* (Fabricious) (antes *H. perseae*). 8- *Amorbia essigana* (Lep.: Tortricidae) = *A. cuneana*, no se ha reportado en Costa Rica (E. Phillips, INBio-C.R., comunicación personal).

Según los registros de artrópodos recolectados y criados durante los últimos siete años, se puede concluir que son de importancia económica para Costa Rica, por el daño que causan al follaje, ramas y principalmente al fruto, los siguientes organismos: **Coleoptera:** Dryophthoridae: *Conotrachelus perseae* Barber, *Macropturus constrictus* (Champion), *Heilipus elegans* Guerin, *H. trifasciatus* (Fabricious), *H. pittieri* Barber; **Heteroptera:** Tingidae; **Thysanoptera:** Phlaeothripidae:

Eurhynchothripoides magnus Johansen, *E. perseae* affinis Johansen, *Liothrips avocadis* Hood, Thripidae: *Heliathrips haemorrhoidalis* (Bouché), *Seleothrips rubrocinctus* (Giard); **Acari:** Tetranychidae: *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker & Abbatiello, *O. punicae* (Hirst), *O. yothersi* McGregor, *Tetranychus urticae* (Koch) y más recientemente para Costa Rica, han despertado particular interés los "salta hojas" **Homoptera:** Cicadellidae: Cicadellinae: de las tribus: Cicadellini y Proconiini, ya que se han convertido en potenciales vectores en la transmisión de la bacteria *Xylella fastidiosa* en las plantaciones y viveros de aguacate (Godoy 2002).

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON RS 2001. Classification of new world Curculionoidea (excluding Scolytinae, Platypodiinae). Canadian Museum of Nature, Ottawa, Canada, 18p
- ANÓNIMO 1965. Aguacate. En: Cultivos agrícolas de Costa Rica. Manual de recomendaciones. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. Boletín Técnico N° 35. 159p
- ANÓNIMO 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Tomo II. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura, IICA. San José, Costa Rica, pp. 346-347
- BARAONA-COCKRELL M, SANCHO-BARRANTES E 1991. Aguacate y Mango: Fruticultura especial. Fascículo 2. EUNED. San José, Costa Rica, 86p
- BARAONA-COCKRELL M 1998. Estudio integral de un sistema de cultivo de aguacate: (San José de la Montaña, Barva-Heredia). Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, pp 12-36
- CAMPOS-ALVARADO JL, CASTRO-ROJAS M 1990. El cultivo de Aguacate. Ministerio de Agricultura. San Marcos de Tarrazú, San José, Costa Rica, 87p
- COMUNIDAD INTERNET PARA LA PROTECCIÓN FITO Y ZOO SANITARIA COSTARRICENSE. Diagnóstico fitosanitario: Listado de plagas (insectos y ácaros) en cultivos de importancia económica en Costa Rica. www.protecnet.go.cr/diagnosticofitosanitario/plagcul/cultivoa.htm (Consulta: 22 febrero 2003)
- EARL-PRITCHARD A, BAKER EW 1955. A revision of the spider mite: family Tetranychidae. Memoirs series Vol. 2. Pacific Coast Entomological Society. California, U.S.A, 472p
- ESQUIVEL-HERNÁNDEZ A 1991. Aspectos biológicos y manejo integrado de *Tetranychus urticae* (Koch) Acari: Tetranychidae. En sus principales hospederos de importancia agrícola. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Escuela de Ciencias Agrarias, Comisión de Extensión. Boletín Agrario, Año 10, N° 36
- GODOY C (2002). Transmisión de *Xylella fastidiosa* por chicharritas. En: Taller de *Xylella fastidiosa* y el cultivo de aguacate. Fundación Costa Rica-Estados Unidos, 18p
- GÓMEZ-BONILLA Y 1996. Dinámica poblacional de *Oligonychus perseae* Acari: Tetranychidae, en dos variedades de aguacate (Hass y Nabal), pp 11
- GÓMEZ-BONILLA Y 1998. Diagnóstico de plagas del aguacate (*Persea americana*) en dos zonas de Costa Rica. En: Informe de labores, departamento de protección de cultivos. Dirección de investigaciones agropecuarias. Ministerio de agricultura y ganadería pp 87-90
- GONZÁLEZ C 1997. Aguacateando Vol II.: El aguacate: un análisis con base en una revisión bibliográfica, pp 24-27

GONZÁLEZ-HERRERA A, SOTO-RODRÍGUEZ G 1998. Bombyliidae y Tachinidae (Diptera) parasitoides de Lepidoptera en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 46(4): 1147-1148

JIMÉNEZ-ROBLES R 1996. Los Acaros y los Trips. En: *Aguacateando 1*, Colección de publicaciones. Asociación nacional para el desarrollo de la industria del aguacate, 84p

LOAIZA-CARDENAS JE 2002. Guía para la producción orgánica del aguacate de altura. Centro agrícola cantonal de Tarrazú, Asociación Nacional para el desarrollo de la industria del aguacate (ANA), Fundecoperación, 56p

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA 1983. Manual de recomendaciones: cultivos agrícolas de Costa Rica. Boletín Técnico N° 62, pp 1-6

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA 1991. Aspectos técnicos sobre 45 cultivos agrícolas de Costa Rica. Boletín Técnico N° 74. San José, Costa Rica, 560p

MORA-MONTERO J 1994. Cultivo del aguacate. En: *Atlas agropecuario de Costa Rica*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica, 513p

MORERA J 1983. El Aguacate. Unidad de Recursos Fitogenéticos CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica, 37p

O'BRIEN CHW, WIBMER GJ 1982. Annotated checklist of the weevils (*Curculionidae sensu lato*) of North America, Central America and the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea). *Memoirs of the American Entomological Institute*. Number 34. Michigan, U.S.A, 382p

OCHOA R, AGUILAR H, VARGAS C 1991. Ácaros fitofagos de América Central: guía ilustrada. Serie Técnica, N° 6. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica 251p

PICADO-ROJAS JL 2001. Guía de biopesticidas. San José, Costa Rica, 180p

SOTO-RODRÍGUEZ G, GONZÁLEZ-HERRERA A 1999. Parasitoides de *Pythonides hyacinthinus* (Lepidoptera: Hesperiiidae) en aguacate, *Persea americana* (Lauraceae). *Revista de Biología Tropical* 47(3): 628

VOEGLIN D, VILLALOBOS W, SÁNCHEZ MV, SABORIO G, RIVERA C 2003. Guía de los áfidos alados de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 51 (Supl. 2), 228p

THE PRESENT KNOWLEDGE OF THE MEXICAN THYSANOPTERA (INSECTA), INHABITING AVOCADO TREES (*PERSEA AMERICANA* MILLER)

R. M. Johansen-Naime¹, A. Mojica-Guzmán¹, A.R. Valle de la Paz² y M. Valle de la Paz³.

¹ Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Zoología, A.P. 70-153 México, 04510 (Coyoacán) D.F. Correo electrónico: naime@ibiologia.unam.mx Correo electrónico: aurea@ibiologia.unam.mx

² Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Instituto de Fitosanidad, km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, 56230. Correo electrónico: aruthv@yahoo.com

³ Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola, km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. 56230. Correo electrónico: mairevalle@hotmail.com

ABSTRACT

The taxonomic and ecologic study of 85 Mexican thysanoptera species inhabiting floral and foliar structures of avocado trees, was carried out herein. A total of 74 species (87.05%) are phytophagous (on flowers and leaves), ten (11.76%) are natural predators of thrips and acari, whereas one (1.17%) is mycophagous in litter. Of the phytophagous species, 71 belong into the Suborder Terebrantia, Thripidae, in 12 genera as follows: *Arorathrips* (1 sp.), *Aurantothrips* (1 sp.), *Caliothrips* (3 spp.), *Exophthalmothrips* (1 sp.), *Frankliniella* (30 spp.), *Heliiothrips* (1 sp.), *Heterothrips* (2 spp.), *Leucothrips* (2 spp.), *Microcephalothrips* (1 sp.), *Neohydatothrips* (6 spp.), *Scirtothrips* (22 spp.) and *Thrips* (1 sp.).

In contrast, only three species belong into Suborder Tubulifera, Phlaeothripidae: *Haplothrips* (1 sp.), *Karnyothrips* (1 sp.) and *Pseudophilothrips* (1 sp.). From the predatory species, seven belong into Suborder Terebrantia, Aeolothripidae: *Aeolothrips* (2 spp.) *Frankliniothrips* (3 spp.); Thripidae: *Scolothrips* (2 spp.), whereas three belong into Suborder Tubulifera, Phlaeothripidae: *Leptothrips* (1 sp.), *Trybomia* (2 spp.). From the phytosanitary point of view, only four genera are very important: *Frankliniella* (9 spp.), *Neohydatothrips* (2 spp.), *Scirtothrips* (14 spp.) and *Pseudophilothrips* (1 sp.).

The rest of the genera and their species (specially *Frankliniella*, *Neohydatothrips* and *Scirtothrips*), can be considered as incidental visitors. *Heliothrips haemorrhoidalis* apparently was eradicated from avocado trees in Coatepec Harinas, Mexico. *Franklinothrips orizabensis* Johansen up to the present time become the most important predatory species on *Scirtothrips perseae* in California, U.S.A., because its life cycle was finally studied and this allowed the rearing of the species under laboratory conditions; finally it has been successfully liberated within avocado orchards in California, U.S.A.

In the near future, the species number recorded herein, will be increased when several *Frankliniella* and *Scirtothrips* species in process of taxonomic study, will be finally described.

Key Words: Insecta, Thysanoptera, Pests, Predators, Avocado thrips, Mexico.

INTRODUCTION

This study is the result of field and laboratory work during the last 29 years, but specially during the last four years (1999-2003). This last period is significant because the number of species increased from 41 according to Johansen, Mojica and Ascención-Betanzos (1999), to 85 in this paper, this means an increase of 51.7 % (44 additional species). The achieved information, allows better taxonomic studies, as well as ecologic, phytosanitary and agronomic solutions.

METHODS AND MATERIALS

The majority of the examined thrips specimens (immature and adults), were sampled in the field: most of them in avocado orchards, some others in natural ecosystems. The samplings were taken monthly, or every two weeks during a year. The sampled thrips were preserved in a 70 percent ethanol solution. All mountings were done using the Canada balsam technique. A few specimens were provided from institutional collections.

RESULTS AND DISCUSSION

A) Taxonomy

The detailed taxonomic aspects can be found in Jacot-Guillarmod (1971, 1974); Johansen, Mojica and Ascención (1999).

Family Aeolothripidae Uzel, 1895; Genus *Aeolothrips* Haliday, 1836: **1. *A. major* Bailey, 1951, **2. *A. mexicanus* Priesner, 1924; Genus *Franklinothrips* Back, 1912: 3. *F. linneatus* Hood, 1949, **4. *F. orizabensis* Johansen, 1974, **5. *F. vespiformis* (D.L. Crawford, 1909). Family Heterothripidae Bagnall, 1912; Genus *Heterothrips* Hood, 1908: 6. *H. decacornis* D.L. Crawford, 1909, 7. *H. mexicanus* Watson, 1924; Family Thripidae (Stephens) Uzel, 1895; Subfamily Thripinae (Stephens) Karny, 1921; Tribe Thripini (Stephens) Priesner, 1907; Genus *Aurantothrips* Bhatti, 1978: 8. *A. orchidaceus* (Bagnall, 1909); Genus *Exophthalmothrips* Moulton, 1933: 9. *E. chiapensis* Johansen, 1981; Genus *Frankliniella* Karny, 1910: 10. *F. albacuriosa* Johansen, 1998, 11. *F. aurea* Moulton, 1948, 12. *F. bagnalliana* Hood, 1925, *13. *F. borinquen* Hood, 1942, *14. *F. bruneri* Watson, 1925, 15. *F. brunescens* Priesner, 1932, 16. *F. cephalica* (D.L. Crawford, 1910), *17. *F. chamulae* Johansen, 1981, *18. *F. cubensis* Hood, 1925, 19. *F. curiosa* Priesner, 1932, *20. *F. difficilis* Hood, 1925, 21. *F. dubia* Priesner, 1932, *22. *F. fallaciosa* Priesner, 1933, *F. fallaciosa* f.

parvifossis Priesner, 1933, 23. *F. gossypiana* Hood, 1936, 24. *F. insularis* (Franklin, 1908), 25. *F. inutilis* Priesner, 1932, *26. *F. inceptor* Sakimura, 1972, 27. *F. kelli* Sakimura, 1981, *28. *F. minor* Moulton, 1948, 29. *F. minuta* (Moulton, 1907), *30. *F. occidentalis* (Pergande, 1895), 31. *F. panamensis* Hood, 1925, 32. *F. pestinae* Sakimura & O'Neill, 1979, 33. *F. rostrata* Priesner, 1932, 34. *F. salviae* Moulton, 1948, 35. *F. seneciopallida* Johansen, 2002, 36. *F. simplex* Priesner, 1924, *F. simplex* f. *celata* Priesner, 1932, 37. *F. spinosa* Moulton, 1936, 38. *F. syringae* Moulton, 1948, 39. *F. zucchini* Nakahara & Monteiro, 1999; Genus *Microcephalothrips* Bagnall, 1926: 40. *M. abdominalis* (D.L. Crawford, 1910); Genus *Thrips* Linnaeus, 1758: 41. *T. tabaci* Lindeman, 1889; Genus *Scolothrips* Hinds, 1902: **42. *S. pallidus* (Beach, 1895), **43. *S. sexmaculatus* (Pergande, 1892); Tribe Chirothripini (Karny) Priesner, 1957; Genus *Arorathrips* Bhatti, 1990: 44. *A. mexicanus* (D.L. Crawford, 1909); Tribe Dendrothripini Priesner, 1926; Genus *Leucothrips* Reuter, 1904: 45. *L. furcatus* Hood, 1931, 46. *L. piercei* (Morgan, 1913); Tribe Sericothripini Priesner, 1921; Genus *Neohydatothrips* John, 1925 sensu Bhatti, 1973: 47. *N. annulipes* (Hood, 1935), *48. *N. burungae* (Hood, 1935), 49. *N. inversus* (Hood, 1928), *50. *N. signifer* (Priesner, 1932), 51. *N. tibialis* (Priesner, 1924), 52. *N. variabilis* (Beach, 1896); Genus *Scirtothrips* Schull, 1909: *53. *S. aceri* Moulton, 1926, 54. *S. albopilicola* Johansen & Mojica, 1999, *55. *S. aztecus* Johansen & Mojica, 1999, *56. *S. citri* (Moulton, 1909), 57. *S. cognatoalbus* Johansen & Mojica, 1999, *58. *S. danieltelizi* Johansen & Mojica, 1999, *59. *S. detereomangus* Johansen & Mojica, 1999, *60. *S. hectorgonzalezi* Johansen & Mojica, 1999, *61. *S. kupandae* Johansen & Mojica, 1999, 62. *S. longipennis* (Bagnall, 1909), *63. *S. mangiferaffinis* Johansen & Mojica, 1999, *64. *S. mangoaffinis* Johansen & Mojica, 1999, *65. *S. manihotifloris* Johansen & Mojica, 1999, *66. *S. martingonzalezi* Johansen & Mojica, 1999, *67. *S. perseae* Nakahara, 1997, *S. perseae* f. *aguacatae* Johansen & Mojica, 1999, 68. *S. silvicola* Johansen & Mojica, 1999, 69. *S. silvatropicalis* Johansen & Mojica, 1999, *70. *S. tacambarensis* Johansen & Mojica, 1999, 71. *S. totonacus* Johansen & Mojica, 1999, *72. *S. uruapaniensis* Johansen & Mojica, 1999, 73. *S. willihennigi* Johansen & Mojica, 1999, 74. *S. zacualtipanensis* Johansen & Mojica, 1999; Subfamily Panchaetothripinae Bagnall, 1912; Genus *Heliathrips* Haliday, 1831: 75. *H. haemorrhoidalis* (Bouché, 1853); Genus *Caliothrips* Daniel, 1904: 76. *C. phaseoli* (Hood, 1912), 77. *C. punctipennis* (Hood, 1912), 78. *C. fasciatus* (Pergande, 1895); Family Phlaeothripidae Uzel, 1875; Genus *Haplothrips* Amyot & Serville, 1843: 79. *H. gowdeyi* (Franklin, 1908); Genus *Karnyothrips* Watson, 1924, 80: *K. flavipes* (Jones, 1912); Genus *Leptothrips* Hood, 1909: **81. *L. mcconnelli* (D.L. Crawford, 1918); Genus *Stephanothrips* Trybom, 1912: 81. *S. occidentalis* Hood & Williams, 1925; Genus *Pseudophilothrips* Johansen, 1979, 83. *P. perseae* (Watson, 1923); Genus *Trybomia* Karny, 1911: **84. *T. brevitubus* (Moulton, 1929), **85. *T. intermedia* (Bagnall, 1910).

B) Important phytosanitary species

All these species are found in natural ecosystems as well as in agroecosystems of avocado orchards. Genus *Frankliniella* with nine species (*). *Frankliniella chamulae* is a pest of several coniferae: *Pinus* spp. and *Pseudotsuga* sp.; whereas *F. fallaciosa* is a Mexican High Mountain inhabitant, according to Johansen, Mojica and Ascensión (1999). Genus *Neohydatothrips* with two species (*): *N. burungae* and *N. signifer* are two very related species. *N. burungae* is a more Neotropical species, sometimes with orange veins in fore wings. *N. signifer* is a Neovolcanic species. Genus *Scirtothrips* with 14 spp. (*). The other eight species in this genus while less frequent. They also coexist in the specific assemblages of this genus, according to Johansen & Mojica (1999), Johansen, Mojica & Ascensión-Betanzos (1999), Castañeda-González et al. (2002a, 2002b). Genus *Pseudophilothrips* with one sp. (*): *P. perseae*, this species was described from specimens sampled in Honduras. It is frequent as a pest in the leaves of "criollo" avocado trees in the Gulf of Mexico Coastal Plain as well as the Sierra Madre Oriental.

C) Important predator species

Genus *Aeolothrips* with two species (**): *A. major* and *A. mexicanus*. Genus *Franklinothrips* with two species(**)

D) Ecologic data

Phytophagous species assemblages

These are integrated in the avocado orchards agroecosystems. The primary source of these assemblages are the species within the genera *Frankliniella* (39 spp.), *Neohydatothrips* (6 spp.) and *Scirtothrips* (22 spp.). Furthermore, additional species belong to the genera *Heterothrips* (2 spp.), *Aurantothrips* (1 sp.), *Exophthalmothrips* (1 sp.), *Macrocephalothrips* (1 sp.), *Thrips* (1 sp.), *Aorathrips* (1 sp.), *Leucothrips* (2 spp.), *Heliethrips* (1 sp.), *Caliothrips* (3 spp.), *Haplothrips* (1 sp.) and *Karnyothrips* (1 sp.). The specific composition of each assemblage is variable in time and place, according to Johansen & Mojica (1999), Ascensión et al (1999), Castañeda-González et al (2002a), Ávila-Quezada et al (2002) and Hoddle, Nakahara & Phillips (2002). This means that the assemblage composition is highly variable. Of course there are several important species in the genera *Frankliniella*, *Neohydatothrips* and *Scirtothrips*, which are responsible of most of the foliar and fruit damage.

Population studies and life cycles

Most of the thrips population studies on avocado trees, had being based on damage qualification and quantification. The main population studies are those of Ascensión et al (1999), González-Hernández et al (1999), Castañeda-González et al (2002a) and Ávila-Quezada (2002). Recently Hoddle et al (2000, 2001a, 2001b) provided very good studies on the development and reproduction, as well as pupation biology of the Mexican species *Franklinothrips orizabensis* Johansen, in California, U.S.A. Furthermore Hoddle (2002), studied the development and reproduction biology of *Scirtothrips perseae* Nakahara in California, U.S.A.

CONCLUSIONS

1. There is an outstanding increase in the knowledge of Mexican avocado Thysanoptera: 41 spp. in 1999 versus 85 spp. (44 spp. more) up to the present time.
2. The Mexican thrips species of phytosanitary interest do not exist as isolate individuals in the avocado crop agroecosystems, they coexist in several specific and generic assemblages not constant in place and time, in their species components.
3. Population studies had increased, this allowed to find in which period of the avocado tree cycle, the thrips damage (foliar and young fruit) appears.
4. The life cycles studies of *Scirtothrips perseae* Nakahara (a phytophagous species) and *Franklinothrips orizabensis* Johansen (a predator) in California, U.S.A. were provided by Hoddle (2002) and Hoddle et al (2000, 2001a, 2001b).

Acknowledgements

The authors are very grateful to Dra. Graciela Ávila-Quezada, CIAD-Unidad Delicias, Chihuahua, México; M. en C. Elba Lidia Castañeda-González, Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, Coatepec Harinas, México; Dr. Héctor González-Hernández, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, for all their remarkable and kind support.

BIBLIOGRAPHY

- ASCENSIÓN-BETANZOS, G., H. BRAVO-MOJICA, H. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, R.M. JOHANSEN-NAIME Y A. BECERRIL-ROMÁN 1999. Fluctuación poblacional y daño de trips en aguacate CV. Hass. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 5 (Número Especial): 291-296
- ÁVILA-QUEZADA, G.D., D. TÉLIZ-ORTÍZ, H. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H. VAQUERA-HUERTA, L. TIJERINA-CHÁVEZ, R. JOHANSEN-NAIME Y A. MOJICA-GUZMÁN 2002. Dinámica Espacio-Temporal de la Roña (*Elsinoe perseae*), el Daño Asociado a Trips y Antracnosis (*Glomerella cingulata*) del Aguacate en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 20 (1): 77-87.
- CASTAÑEDA-GONZÁLEZ, E.L., H. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, R. JOHANSEN-NAIME, D.L. OCHOA-MARTÍNEZ, H. BRAVO-MOJICA & J.F. SOLÍS-AGUILAR 2002a. Especies de trips en diferentes cultivos de aguacate y de maleza asociada de CV. Hass en Coatepec Harinas, Estado de México. In: *Entomología Mexicana J. Romero-Nápoles. E.G. Estrada-Venegas y A. Equihua-Martínez Eds. Sociedad Mexicana de Entomología* 1: 112-114
- CASTAÑEDA-GONZÁLEZ, E.L., H. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, R.M. JOHANSEN-NAIME, D.L. OCHOA-MARTÍNEZ, H. BRAVO-MOJICA & J.F. SOLÍS-AGUILAR 2002b. Efectividad biológica de insecticidas para el control químico de trips en aguacate CV. Hass en Coatepec Harinas, Estado de México. In: *Entomología Mexicana J. Romero-Nápoles. E.G. Estrada-Venegas y A. Equihua-Martínez Eds. Sociedad Mexicana de Entomología* 1: 316-317
- HODDLE, M.S., L. ROBINSON, K. DRESCHER & J. JONES 2000. Developmental and reproductive biology of a predator *Franklinothrips* n. sp. (Thysanoptera: Aeolothripidae). *Biological Control* 18: 27-38
- HODDLE, M.S., J. JONES, K. OISHI, D. MORGAN & L. ROBINSON 2001a. Evaluation of diets for the development and reproduction of *Franklinothrips orizabensis* (Thysanoptera: Aeolothripidae). *Bulletin Entomol. Res.*, 91: 273-280
- HODDLE, M.S., K. OISHI, & D. MORGAN 2001b. Pupation biology of *Franklinothrips orizabensis* (Thysanoptera: Aeolothripidae) and harvesting and shipping of this predator. *Florida Entomologist*, 84 (2): 272-281
- HODDLE, M.S., S. NAKAHARA, & P.A. PHILLIPS 2002. Foreign exploration for *Scirtothrips perseae* Nakahara (Thysanoptera: Thripidae) and associated natural enemies on avocado (*Persea americana* Miller). *Biological Control*, 24: 251-265
- HODDLE, M.S. 2002. Developmental and reproductive biology of *Scirtothrips perseae* (Thysanoptera: Thripidae): a new avocado pest in California. *Bulletin Entomol Res.*, 92: 279-285
- JACOT-GUILLARMOD, C.F. 1971. Catalogue of the Thysanoptera of the world (Part. 2). *Annals Cape Prov. Mus. (nat. Hist.)* 7 (2): 217-515
- JACOT-GUILLARMOD, C.F. 1974. Catalogue of the Thysanoptera of the world (Part. 3). *Annals Cape Prov. Mus. (nat. Hist.)* 7 (3): 517-976
- JOHANSEN, R.M., MOJICA-GUZMÁN, A. 1996a. Thysanoptera. pp. 245-273 In: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. J. Llorente-B., A.N. García-A y E. González-S. (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. D.F., México.*
- JOHANSEN, R.M., MOJICA-GUZMÁN, A. 1996b. Reconsideración del concepto de depredador y parasitoide en tisanópteros mexicanos (Insecta) de interés en control biológico natural. *Folia Ent. Mex.* 97: 21-38

JOHANSEN, R.M., MOJICA-GUZMÁN, A. 1999. The genus *Scirtothrips* Shull (Insecta, Thysanoptera: Thripidae, Sericothripini), in México. *Folia Ent. Mex.*, 104: 23-108

JOHANSEN, R.M., A. MOJICA-GUZMÁN & G. ASCENSIÓN-BETANZOS 1999. Introducción al conocimiento de los insectos tisanópteros mexicanos, en el aguacatero (*Persea americana* Miller). *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 5 (Número especial): 279-285

EFFECTO DE NUTRICIÓN Y RIEGO SOBRE LA POBLACIÓN Y DAÑO POR TRIPS (VARIAS ESPECIES) EN FRUTOS DE AGUACATE *PERSEA AMERICANA* CV. "HASS" PARA DOS REGIONES AGROECOLOGICAS DE MICHOACÁN, MEXICO.

V.M. Coria-Avalos¹, L.M. Tapia-Vargas¹, J.L. Aguilera-Montañez¹, J.J. Alcántar-Rocillo¹, J. Anguiano-Contreras¹, J.A. Vidales-Fernández¹, J.L. Morales-García¹

¹INIFAP. Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana No. 1101. Col. Revolución. C.P. 60150. Uruapan, Michoacán, México. vmcoria@hotmail.com

RESUMEN

El adecuado manejo de los niveles de nutrición y riego en los cultivos agrícolas, ha sido asociado con una mayor tolerancia al ataque de organismos dañinos. Herms (2002) sugiere replantear este paradigma al afirmar que la hipótesis anterior es falsa. Basados en esta postura, en esta investigación se utilizó el monitoreo para cuantificar poblaciones de trips y evaluar el impacto de la plaga sobre la fruta de aguacate en árboles sometidos a tres niveles de nitrógeno, fósforo y potasio con tres niveles de agua evaporada en Ziracuaretiro y Tancitaro, Michoacán, México. Durante el año 2001 y 2002 se estableció un lote para monitoreo en cada una de las dos localidades. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, para evaluar tres dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, y tres niveles de agua evaporada, respectivamente: a) 0-2-1+0.75, b) 1-2-1+0.75, c) 2-2-1+0.75, d) 3-2-1+0.75, e) 2-0-1+0.75, f) 2-4-1+0.75, g) 2-2-0+0.75, h) 2-2-2+0.75, i) 2-2-1+0.50, j) 2-2-1+1.0, y k) testigo con el manejo agronómico del productor. La parcela útil estuvo constituida por dos árboles y en uno de ellos se efectuaron muestreos cada catorce días para cuantificar el trips en brotes vegetativos tiernos, inflorescencias y frutos. Durante la cosecha se realizó un muestreo para cuantificar el porcentaje de fruta con daños por trips. Aunque los tratamientos de fertiriego funcionaron para incrementar el tamaño de fruto y eficientizar el suministro de nutrientes y agua. Los resultados muestran diferencias no significativas de las dosis de nutrición y los niveles de agua evaporada sobre la incidencia de trips en los árboles; la plaga fue impactada por otros factores, de tipo fenológico ($r=0.87^{**}$) y temperaturas $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($r=0.68^{*}$). A la cosecha, en Tancitaro se encontró el 27 y 31 % de fruta dañada por trips para los años 2001 y 2002, respectivamente; en Ziracuaretiro fue del 53.7 y 37.8 % para el mismo periodo. Estas diferencias podrían imputarse al manejo agronómico de los huertos debido a que en Tancitaro se descuidó el control de esta plaga; en tanto que en Ziracuaretiro se optimizó el con-

trol fitosanitario para el segundo año del experimento y se abatieron las poblaciones de trips. Los resultados obtenidos son coincidentes con la afirmación de Herms (2002) pues no se obtuvo impacto del estado nutricional de la planta con la susceptibilidad al ataque por trips.

Palabras Clave: *Persea americana* cv. "Hass", nutrición, riego, trips, dinámica poblacional, daño.

INTRODUCCION

De la fruta de aguacate *Persea americana* cv. "Hass" producida en Michoacán, México, solo del 15 a 25% reúne condiciones de excelente calidad, el 75% restante presenta problemas de tamaño reducido, malformaciones por efecto de temperaturas extremas altas o bajas y defectos en la apariencia del fruto debidos al deficiente manejo de plagas y otros factores (Sánchez, et. al. 2001; ASEEAM 2003). La presencia de abultamientos y rugosidades irregulares en la cáscara son ocasionadas por trips (Fisher y Davenport 1989). Llega a afectar al 25% de la fruta, misma que además de ser rechazada en los mercados de exportación, aún en el mercado nacional es castigada con el 50% de su valor comercial al precio corriente (Sánchez, et. al. 2001). En estudios taxonómicos de tisanópteros que habitan en estructuras florales y foliares de aguacate en áreas productoras de México, se identificaron 38 especies fitófagas asociadas a la planta; de las cuales, por la gran abundancia con que se presentan, solo seis fueron consideradas como plagas primarias del fruto y estructuras foliares tiernas: *Frankliniella bruneri* Watson, *Heliethrips haemorrhoidalis* Bouché, *Scirtothrips perseae* Nakahara, *S. aguacatae* Johansen & Mojica, *S. kupandae* Johansen & Mojica y *Pseudophilotherips perseae* Watson; las otras 32 especies fueron consideradas como visitadoras incidentales pues su presencia fue errática (Johansen y Mojica 1998; Johansen, Mojica y Ascensión 1999). El daño por el insecto en la fruta es ocasionado durante los meses más cálidos y secos del año (marzo a mayo), desde que la flor tira sus tépalos y el fruto posee un tamaño de un milímetro y hasta que alcanza un tamaño aproximado de cinco centímetros y comienza a adquirir una consistencia cariácea (Ascensión, et. al. 1999; Sánchez, et. al. 2001, Hoddle, et. al. 2002).

En la actualidad, la generalidad de mercados en el orbe demandan frutas con suficiente calidad de presentación y libre de riesgos para la salud humana; por esta razón, los productores de México han eficientizado sus paquetes tecnológicos para manejo del cultivo, principalmente en cuanto a suministro de nutrimentos y plaguicidas sintéticos para control de plagas. Como efecto de esta innovación, los productores argumentan que al tener árboles con una mejor nutrición el impacto del trips en la fruta es menor. Herms (2003) sugiere replantear este paradigma, pues asegura que esta hipótesis es falsa y cita estudios cuyo objetivo ha sido evaluar el efecto de la fertilización sobre la habilidad de plantas leñosas para tolerar el ataque por herbívoros, todos encontraron que la fertilización no tiene efecto.

Con base en lo expuesto esta investigación se planteó con el objetivo de utilizar como base el monitoreo para cuantificar poblaciones de trips y evaluar el impacto de la plaga sobre la fruta de aguacate en árboles sometidos a tres niveles de nitrógeno, fósforo y potasio con tres niveles de agua evaporada en Ziracuaretiro y Tancitaro, Michoacán, México.

MATERIAL Y METODOS

El experimento fue establecido en dos localidades con características edafo-climáticas diferentes (Cuadro 1). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, para evaluar el efecto de tres dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, y tres niveles de agua evaporada,

respectivamente: a) 0-2-1+ 0.75, b) 1-2-1+0.75, c) 2-2-1+0.75, d) 3-2-1+0.75, e) 2-0-1+0.75, f) 2-4-1+0.75, g) 2-2-0+0.75, h) 2-2-2+0.75, i) 2-2-1+0.50, j) 2-2-1+1.0, y k) testigo con el manejo agronómico del productor. La parcela útil estuvo constituida por dos árboles, con una línea de árboles entre parcelas. Para evaluar la población de trips, la toma de datos se realizó de forma periódica cada catorce días en cada sitio experimental durante los dos años que duró el proyecto. Para esto, se eligió un árbol de cada parcela y en una rama ubicada hacia el lado este del árbol se colocó una trampa pegajosa (HORIVER) de 10x25 cm de color azul, como sugiere González, et. al. (1999) la cual fue sustituida en cada muestreo, procediendo a cuantificar la población de trips adheridos a ella.

Cuadro 1: Ubicación geográfica y principales características edafo-climáticas de los sitios experimentales para evaluar nutrición y riego sobre la población de trips, en Michoacán, México.

	Municipio	Latitud norte	Longitud oeste	Suelo	Clima	ASNM
1	Tancitaro	19°22'25.9"	102°23'50"	Andosol	C (m) (w) templado húmedo	2025 m
2	Ziracuaretiro	19°23'52.8"	101°23'55.8"	Luvisol	(A) C (w ₂) (w) semicálido subhúmedo	1300 m

Dentro de cada una de las huertas (Tancitaro y Ziracuaretiro) fue colocada una estación climática automatizada (WEATHER MONITOR II - Davis Instruments) para registrar las condiciones de temperatura, precipitación y humedad relativa ambiental y poder evaluar su influencia sobre las poblaciones del trips.

Al momento de la cosecha, en cada uno de los sitios experimentales se efectuó un muestreo, tomando 100 frutos de un árbol de cada parcela, para cuantificar la fruta sana y la que presentó daños por trips, se realizaron análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey < 0.05%).

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante dos años se dio seguimiento al monitoreo de trips en las dos localidades donde se establecieron los experimentos de fertiriego. Se efectuaron análisis de varianza por fecha de muestreo, respetando el diseño del experimento. No se obtuvieron diferencias significativas entre la población de trips por fecha de muestreo con los tratamientos de fertiriego para ninguna de las dos localidades estudiadas ($P > F = 0.03$).

Durante el mes de octubre de los años 2001 y 2002 se realizó la cosecha en la localidad de Tancitaro, mientras que para Ziracuaretiro se realizó en los meses de septiembre del 2001 y octubre del 2002. En las dos localidades, los resultados muestran diferencias no significativas ($P > F = 0.01$) de las dosis de nutrición y los niveles de agua evaporada con la manifestación del daño por trips en la fruta.

Dado que no hubo diferencias entre los tratamientos, se utilizaron los valores medios por fecha de muestreo para graficar la fluctuación de la plaga para las dos localidades (Figura 1). Es evidente que en ambos casos, la mayor incidencia en la población de trips se presenta cuando se tiene la presencia de flor abierta y frutos en etapa de formación, lo que ocurre durante los meses de enero a mayo. Los resultados anteriores son coincidentes con los descritos por Ascensión, et. al. (1999) y Sánchez (2001) quienes señalan que el daño por el insecto en la fruta es ocasionado durante los meses más cálidos y secos del año (marzo a mayo), desde que la flor tira sus tépalos y el fruto posee un tamaño de un milímetro y hasta que alcanza un tamaño aproximado de cinco centímetros y comienza a adquirir una consistencia cariácea.

Entre las dos localidades el comportamiento de la población del insecto es muy parecido; las diferencias en la intensidad de la población son imputables al factor temperatura ambiental. En Tancitaro el clima es templado húmedo, con periodos de tiempo prolongados con temperatura por debajo del umbral mínimo para acumular unidades calor (10-30 °C) durante el día, lo que propicia condiciones adversas para el desarrollo biológico del insecto. En contraste, para la localidad de Ziracuaretiro el clima es del tipo semicálido subhúmedo, con pocas horas por debajo del umbral y en consecuencia las condiciones son adecuadas para el desarrollo del insecto ($r=0.68^*$).

En el muestreo realizado durante la cosecha, se encontró una incidencia del 27 y 31 % de fruta con síntomas de daño por trips para los años 2001 y 2002 respectivamente en la localidad de Tancitaro (Figura 2); mientras que en Ziracuaretiro la incidencia fue de 53 y 37.8 % respectivamente para los mismos años (Figura 3). Estas diferencias podrían imputarse al manejo agronómico de los huertos debido a que en Tancitaro se descuidó el control de esta plaga; en tanto que, en Ziracuaretiro se optimizó el control fitosanitario para el segundo año del experimento y se abrieron las poblaciones de trips.

Se realizó un análisis de correlación para cuantificar el impacto de la plaga considerando la cantidad de fruta sana, fruta con daños por trips, fruta con daños de trips y roña y fruta dañada por roña. Para el año 2001 se encontró que cuando la cantidad de fruta con daños por trips es mayor, la fruta que presenta daños por roña es baja, y cuando la incidencia del daño por trips decrece como ocurrió para el año 2002, la cantidad de fruta con roña se incrementó significativamente ($r=-0.56^{**}$). Para el resto de las variables analizadas por localidad y por año, no se encontró correlación significativa.

De los resultados anteriores se deduce que el nivel nutrimental (N-P-K) y el estrés de humedad a que sea sometida la planta de aguacate no impacta sobre las poblaciones y/o daño por trips en la fruta; estos resultados son coincidentes con la afirmación de Herms (2002) pues no se observó impacto del estado nutrimental de la planta en la susceptibilidad al ataque por trips. De acuerdo con Johansen *et. al.* (1999), las poblaciones de trips, se alimentan succionando la savia de brotes vegetativos tiernos, flores abiertas y frutos en formación; en esta investigación se encontró alta correlación ($r=0.87^{**}$) de los principales picos de la población con la mayor presencia de estos eventos fenológicos. Las heridas inducidas por el insecto al fruto, no necesariamente son las causantes de la presencia de daños por roña en el fruto; sobre todo si se considera que las mayores incidencias de la plaga se presentan durante la temporada de estiaje (enero a mayo), mientras que la manifestación del daño por roña se presenta durante la temporada de lluvias (julio a octubre).

CONCLUSIONES

El suministro de nitrógeno en dosis de 0, 1, 2 y 3 kg/árbol complementado en combinaciones de 0, 2 y 4 kg de fósforo por árbol y 0, 1 y 2 kg de potasio por árbol, así como 0.25, 0.5 y 0.75 % de agua evaporada, no tienen efecto sobre las poblaciones de trips.

La mayor población de trips se presenta cuando se tiene flor abierta y frutos en etapa de formación, lo que ocurre durante los meses más cálidos y secos del año (enero a mayo).

El impacto del daño por trips en la fruta se manifestó indistintamente con cualquiera de los tratamientos evaluados, con una incidencia que osciló entre 27 y 31 % para los años 2001 y 2002 respectivamente en Tancitaro, mientras que en Ziracuaretiro la incidencia fue del 53.7 y 37.8 % para los mismos años.

BIBLIOGRAFIA

ASOCIACIÓN DE EMPACADORES Y EXPORTADORES DE AGUACATE DE MICHOACÁN (ASEEAM). 2003. Estadísticas de producción. Cosecha del año 2000. Documento de circulación interna.

ASCENSIÓN-BETANZOS G., BRAVO-MOJICA H., GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ H., JOHANSEN-NAIME R.M., Y BECERRIL-ROMÁN A.E. 1999. Fluctuación poblacional y daño de trips en aguacate cv. Hass. Revista Chapingo. Serie Horticultura 5. Número Especial: 291-296.

FISHER, J.B. AND T.L. DAVENPORT. 1989. Structure and development of surface deformations on avocado fruits. HortScience 24(5):841-844.

HERMS D.A. 2002. Effects of fertilization on insect resistance of woody ornamental plants: Reassessing an entrenched paradigm. Environ. Entomol. 31(6):923-933.

HODDLE S.M., J.G. MORSE, P.A. PHILIPS, B.A. FABER, AND K.A. JETTER 2002. Avocado thrips: New challenge for growers. California Agriculture 56(3):103-107.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ H., MÉNDEZ-RAMOS A., VALLE-DE LA PAZ A.R., Y GONZÁLEZ-RÍOS M. 1999. Selección de trampas de color y fluctuación poblacional de trips del aguacate en Michoacán, México. Revista Chapingo. Serie Horticultura. Vol. V. Num. Especial: 287-290.

JOHANSEN-NAIME R.M., Y MOJICA-GUZMÁN A. 1998. The genus *Scirtothrips* Shull, 1909 (Tisanoptera: Thripidae, Sericothripini), in México. Folia Entomol. Mex. 104:23-108

JOHANSEN-NAIME R.M., MOJICA-GUZMÁN A. Y ASCENSIÓN-BETANZOS G. 1999. Introducción al conocimiento de los insectos tisanópteros mexicanos en el aguacatero (*Persea americana* Miller). Revista Chapingo. Serie Horticultura. Vol. V. Num. Especial: 279-285.

SÁNCHEZ-PÉREZ J. DE LA L., ALCÁNTAR-ROCILLO J.J., CORIA-AVALOS V.M., VIDALES-FERNÁNDEZ I., AGUILERA-MONTAÑÉS J.L., VIDALES-FERNÁNDEZ J.A., TAPIA-VARGAS L.M., Y HERNÁNDEZ-RUIZ G. 2001. Tecnología para producir aguacate en México. SAGARPA. INIFAP. Campo Experimental Uruapan. Libro técnico No. 1.

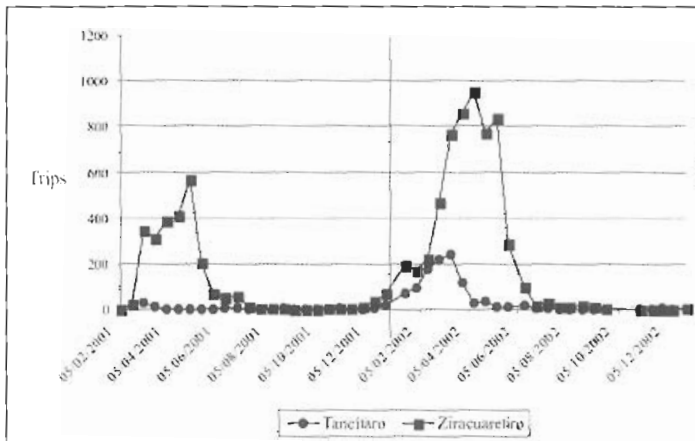


Figura 1. Fluctuación poblacional del trips en los experimentos de fertiriego en aguacate. Años 2001 - 2002

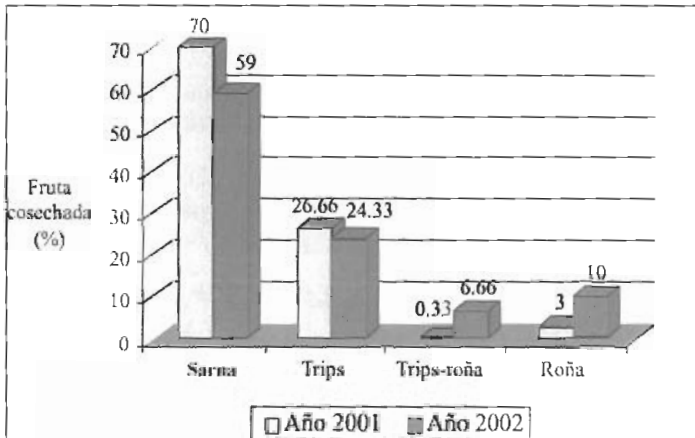


Figura 2. Calidad fitosanitaria (trips y roña) de la fruta de aguacate a la cosecha en Tancitaro, Michoacán. Años 2001-2002.

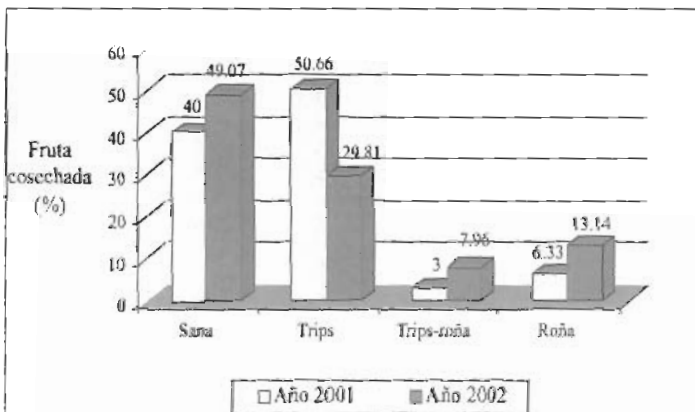


Figura 3. Calidad fitosanitaria (trips y roña) de la fruta de aguacate a la cosecha en Ziracuaretiro, Michoacán. Años 2001-2002.

DISTRIBUCIÓN DE LA ROÑA Y DEL DAÑO POR TRIPS EN AGUACATE

Ávila-Quezada, G.¹, Téliz-Ortiz, D.², Vaquera-Huerta, H.², Johansen-Naime, R.³, y González-Hernández, H.²

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Ave. 4 sur No. 3820 Fracc. Vencedores del desierto, Delicias, Chihuahua, Méx. 33089, gavilaq@cascabel.ciad.mx.

²Colegio de Postgraduados. Km 35.5 carr. México-Texcoco, Edo. de México 56230, dteliz@colpos.mx.

³Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Ciudad Universitaria, México, D.F. 04510, naime@ibiologia.unam.mx

RESUMEN

La distribución de la roña y el daño por trips en frutos se estudió en 12 sitios del dosel del árbol de aguacate cv. Hass, en tres huertos comerciales en condiciones naturales de infección. La concentración de la enfermedad en el estrato (alto, medio y bajo), orientación (norte, sur, este y oeste), y la interacción estrato-orientación en el árbol se estudio mediante un diseño anidado. La roña y daño por trips se concentraron en el estrato bajo, orientación norte (\bar{x} = 0.16 y 0.52) en el huerto 1. En el huerto 2, en el estrato medio (\bar{x} = 0.29 y 0.26), aunque en diferentes orientaciones; y en el huerto 3, los dos problemas fitosanitarios se concentraron en diferentes estratos y orientaciones. La incidencia final de roña fue hasta de 72% y hasta de 61% el daño por trips; con tasas de infección aparente de 0.85 a 0.99 para roña y 0.68 a 0.97 para el daño por trips. El progreso temporal de la roña y el daño por trips fue estadísticamente igual. La incidencia de estos dos problemas fitosanitarios se correlacionaron en un 59%, 50% y 62% en los huertos 1, 2 y 3 respectivamente. La enfermedad y el daño por trips se manifestaron en fruto pequeño, en las tres primeras etapas fenológicas del fruto.

Palabras Clave: Modelos epidemiológicos, *Persea americana* cv. Hass, Thysanoptera.

INTRODUCCIÓN

La roña, causada por *Elsinoe perseae* y el daño por trips afectan la calidad cosmética del fruto de aguacate. La enfermedad podría estar asociada al daño por trips (González-Hernández *et al.*, 1999) ya que se observa una correlación positiva entre altas poblaciones de trips y un mayor número de lesiones de roña en fruto (Marroquín-Pimentel, 1999). Esta asociación podría deberse al hábito de alimentación de los trips, los cuales, con su aparato bucal picador-chupador, provocan heridas en los frutos que facilitan la entrada de microorganismos (Stevens *et al.*, 1999). Para conocer el comportamiento de los patógenos, se requieren estudios epidemiológicos en los que se precise el efecto de factores climáticos y fisiológicos asociados al tiempo de inicio y progreso de las epidemias, y la etapa fenológica más susceptible del fruto. El objetivo de este estudio fue caracterizar las epidemias de roña y el daño por trips en el tiempo y su distribución en el árbol de aguacate con la finalidad de generar bases para un programa de manejo integrado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en tres huertos comerciales de aguacate cv. Hass, en Michoacán, México.

Distribución de la roña y daño por trips.

La incidencia de estos dos problemas fitosanitarios se determinó mensualmente de marzo a diciembre del 2000, durante un ciclo de producción. En cada huerto fueron seleccionados 10 árboles aparentemente homogéneos en fenología y tamaño. La incidencia de roña (síntoma corchoso) y daño por trips (crestas en el pericarpio) se midió en 12 puntos del dosel del árbol, muestreando 15 frutos por punto. Los muestreos en cada árbol se realizaron en los cuatro puntos cardinales y en tres estratos o alturas del árbol: alto (10 m aproximadamente), medio (5 m) y bajo (1 a 2.5 m). Para determinar la concentración de roña y del daño por trips, en estratos y orientaciones, los datos de incidencia se promediaron por punto, se transformaron a arcoseno y se analizaron en SAS ver. 6.1 usando el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + E_{j(i)} + O_{k(i)} + E \times O_{j(k(i))} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = variable de respuesta; roña y/o daño por trips, μ = media, i = efecto del árbol ($i = 1, 2, \dots, 10$), j = efecto del estrato ($j = 1, 2, 3$), k = efecto de la orientación (1, 2, 3, 4). Donde los factores estrato y orientación se analizaron anidados en el árbol.

Progreso temporal de roña y daño por trips.

El progreso de ambos problemas fitosanitarios, se evaluó durante todo el desarrollo fenológico del fruto, dividiendo el desarrollo del fruto en 6 etapas fenológicas (Ávila-Quezada, 2002). Las tasas de infección aparente se calcularon con el modelo de Gompertz, también se calculó el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) para las epidemias en los tres huertos, en SAS®. Correlaciones de Pearson de roña y daño por trips, se obtuvieron mediante SAS. La etapa fenológica más susceptible a la roña y al daño por trips, se calculó mediante tablas de contingencia, con base en las etapas propuestas por Ávila-Quezada *et al.* (2002).

RESULTADOS

Distribución de la roña en el árbol

En los tres huertos se observaron diferencias significativas entre árboles ($P < 0.0001$), estratos, orientaciones y la interacción orientación-estrato. En el huerto 1, la enfermedad se acumuló en el

estrato bajo orientación norte ($\bar{x} = 0.162$) (Cuadro 1). En el huerto 2, la enfermedad se acumuló en el sur, estrato medio ($\bar{x} = 0.292$) y en el huerto 3 la acumulación fue en el oeste, estrato bajo ($\bar{x} = 0.823$). La roña y el daño, se observaron en tres orientaciones; norte, sur y oeste y sólo en los estratos medio y bajo.

Progreso temporal de la roña y daño por trips

La enfermedad y el daño iniciaron en el mes de marzo en el huerto 1, con tasas de intensidad aparente de 0.85 y 0.68 de roña y trips respectivamente, con intervalos de confianza semejantes para ambos daños (Cuadro 2), lo que sugiere que las dos epidemias son similares. Las dos epidemias iniciaron también en marzo en el huerto 2, con una tasa de intensidad aparente de 0.98 de roña y 0.95 del daño por trips, donde los intervalos de confianza del parámetro k se traslapan, confirmando así que los dos problemas fitosanitarios son iguales estadísticamente. La roña y daño por trips también tienen un progreso temporal igual estadísticamente en el huerto 3 con tasas igual para las dos epidemias de 0.97 para roña y 0.98 para daño por trips, iniciando ambos en abril. De acuerdo con los intervalos de confianza del parámetro k obtenido por el modelo de Gompertz (Cuadro 2), la roña y daño por trips tienen un progreso en el tiempo estadísticamente igual. En los huertos 2 y 3 se presentaron las epidemias de roña y daño por trips más fuertes (Cuadro 2 y 3), con las mayores tasas de progreso. El progreso de estos dos problemas fitosanitarios se presentó durante 4 a 5 meses.

Respecto al progreso de las epidemias en el huerto 2 se obtuvo una mayor área bajo la curva (1.8 roña; 1.6 daño por trips) (Cuadro 3), coincidiendo con la mayor incidencia de roña (72%) y daño por trips (61%) registrada de los tres huertos, y con las tasas de intensidad aparente más altas (Cuadro 2 y 3).

Las dos epidemias progresaron de marzo a junio, en condiciones de humedad relativa baja, entre marzo y mayo, este daño continuó manifestándose hasta junio.

Los trips afectaron frutos en los primeros estados fenológicos. En los estados fenológicos más avanzados el fruto no fue susceptible al daño por trips.

Correlación Roña-Daño por trips

Se obtuvieron altos porcentajes de correlación entre la incidencia de la roña y el daño por trips, con un 59% para el huerto 1, 50% para el huerto 2 y un 62% para el huerto 3.

DISCUSIÓN

En este trabajo la incidencia de roña y daño por trips se concentró en los estratos medio y bajo. En trabajos previos se señala que la mayor incidencia del daño por trips se presenta en el estrato bajo del árbol y la incidencia disminuye conforme aumenta la altura (Ascensión-Betanzos, 2000). Otros patosistemas han sido estudiados en estratos dentro del árbol o planta para determinar la preferencia de patógenos o fitófagos (Coria-Ávalos, 1999; Peacock *et al.*, 2003; Ramírez-Legarrreta y Jacobo-Cuellar, 1999) y la concentración del daño por insectos o enfermedad ha tenido diferente localización en cada patosistema. Estos dos problemas fitosanitarios se observaron con mayor frecuencia en las orientaciones norte, sur y oeste, coincidiendo en cierta parte con estudios realizados por Morales (2000) en estas regiones, donde menciona que la roña se concentra generalmente en la orientación norte del árbol y ocasionalmente en el oeste.

En este estudio, los parámetros de tasa (r_G), ABCPE y Y_f fueron semejantes para roña y daño por trips, con resultados similares en los tres huertos evaluados. La incidencia final Y_f más alta estu-

vo relacionada con las mayores tasas de intensidad aparente de las epidemias y con la mayor ABCPE de cada epidemia en particular. En otros patosistemas se han encontrado resultados similares (Guigón-López y González-González, 2001; Yáñez-Juárez et al., 2001).

Las epidemias progresaron entre 4 y 5 meses, desde la primera etapa fenológica, hasta la etapa tres (diámetro 20-29mm, longitud 24-39mm, 870 unidades calor aproximadas) (Ávila-Quezada, 2002), por lo que a partir de la etapa fenológica tres no es necesario controlar al insecto. Durante floración y en la primera etapa fenológica debe considerarse alguna estrategia de manejo como alternativa para reducir la incidencia de trips y consecuentemente la incidencia de roña en las regiones productoras de aguacate en Michoacán, sobre todo en condiciones de baja humedad relativa <80% o sin precipitación pluvial, además se sugiere integrar estos resultados con otras estrategias de manejo del aguacate.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al CONACYT y a los señores Alejandro Ayala Morfín y Alejandro Guerrero Vázquez por las facilidades otorgadas para realizar esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

ASCENSIÓN-BETANZOS G 2000. Fluctuación poblacional, daño e identificación de trips del aguacate cv. Hass en Michoacán, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.

ÁVILA-QUEZADA G, TÉLIZ-ORTÍZ D, GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ H, VAQUERA-HUERTA H, TIJERINA-CHÁVEZ L, JOHANSEN-NAIME R, MOJICA-GUZMÁN A 2002. Dinámica espacio-temporal de la roña (*Elsinoe perseae*), el daño por trips y antracnosis (*Glomerella cingulata*) del aguacate en Michoacán, México. Revista Mexicana de Fitopatología 20:77-87.

ÁVILA-QUEZADA G 2002. Distribución espacio-temporal de la roña, antracnosis y daño por trips en aguacate (*Persea americana*) en Michoacán, México. Tesis de Doctora en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. de México, México.

CORIA-ÁVALOS VM 1999. Ciclo de vida, fluctuación poblacional y control del barrenador de la semilla del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber, *C. aguacatae* B.) (Coleoptera: Curculionidae) en Ziracuaretiro, Michoacán, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 5:313-318.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ H, MÉNDEZ-RAMOS A, VALLE DE LA PAZ A, GONZÁLEZ-RÍOS M 1999. Selección de trampas de color y fluctuación poblacional de trips del aguacate en Michoacán, México. Revista Chapingo serie Horticultura 5:287-290. México.

GUIGÓN-LÓPEZ C, GONZÁLEZ-GONZÁLEZ P 2001. Estudio regional de las enfermedades del chile (*C. annuum*) y su comportamiento temporal en el sur de Chihuahua, Méx. Revista Mexicana de Fitopatología 19 (1): 49-56.

MARROQUÍN-PIMENTEL FJ 1999. Factores que favorecen la incidencia de roña (*Sphaceloma perseae* Jenk.) en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) 'Hass' en tres regiones agroclimáticas de Michoacán, México. Revista Chapingo serie Horticultura 5:309-312.

MORALES GL 2000. La antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) y la roña (*Sphaceloma perseae* Jenk) del aguacate en Michoacán, México: Epidemiología, predicción y caracterización. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados en Ciencias agrícolas. Texcoco, México.

PEACOCK L, HUNTER T, LAI YAP M, GILLIAN A 2003. Indirect interactions between rust (*Melampsora epitea*) and leaf beetle (*Phratora vulgatissima*) damage on *Salix*. *Phytoparasitica* 31 (3):226-235. On line www.phytoparasitica.org

RAMÍREZ-LEGARRETA MR, JACOBO-CUELLAR JL 1999. Importancia económica, desarrollo epidémico y distribución espacial del corazón mohoso (*Alternaria alternata* f.sp. *mali*) en manzano Red Delicious. *Revista Mexicana de Fitopatología* 17(2): 108-112.

SÁNCHEZ RM, GONZÁLEZ HH, JOHANSEN R, MOJICA A, ANAYA S 2001. Trips (insecta:Thysanoptera) asociados a frutales de los estados de México y Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana* 40:169-187.

STEVENS P, FROUD K, MILLS E 1999. Effects of greenhouse thrips (*Heliothrips haemorrhoidalis*) life-stage, density and feeding duration on damage to avocado fruit. *Revista Chapingo serie Horticultura* 5:297-300.

YÁNEZ-JUÁREZ GM, ZAVALETA-MEJÍA E, FLORES-REVILLA C, CHÁVEZ-ALFARO J, VALDIVIA-ALCALÁ R 2001. Management of wilting (*P. capsici* Leo.), root gall (*N. aberrans* Thorne and Allen), and virosis in pepper (*C. annuum* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología* 19 (1): 40-48.

Cuadro 1. Medias mayores y error estándar para la interacción estrato-orientación de roña y daño por trips en frutos de aguacate. Michoacán, Méx. 2000. n=norte, s=sur, e=este, o=oeste, a=alto, m=medio, b=bajo.

Interacción Orientación-estrato		Daño por Trips	Úruapan	Zirosto	Tancitaro
			(\bar{x}), Error std.	(\bar{x}), Error std.	(\bar{x}), Error std.
Roña	Daño	n - b	0.526 (.104)	0.260 (.030)	0.596 (.041)
		o - m			
		n - m			
	Roña	n - b	.162 (.017)	0.292 (.023)	0.823 (.117)
		s - m			
		o - b			

Cuadro 2. Epidemias de roña y daño por trips en frutos de aguacate, ajustadas al modelo de Gompertz.

Epidemia	Modelo de Gompertz $Y=e[-A \cdot \exp(-k \cdot t)]$	Tasa: r_G	r^2 / signif.		Intervalo de confianza K 95%
Roña H-1	$Y=e[-5.6 \cdot \exp(-0.139 \cdot t)]$	0.852	0.91	0.0033	0.057 – 0.22
Trips H-1	$Y=e[-3.2A \cdot \exp(-0.138 \cdot t)]$	0.681	0.72	0.0328	0.001 – 0.276
Roña H-2	$Y=e[-17.2 \cdot \exp(-0.617 \cdot t)]$	0.983	0.98	0.0002	0.398 – 0.835
Trips H-2	$Y=e[-9.9 \cdot \exp(-0.472 \cdot t)]$	0.959	0.96	0.0004	0.285 – 0.659
Roña H-3	$Y=e[-90.3 \cdot \exp(-0.762 \cdot t)]$	0.992	0.97	0.0015	0.378 – 1.14
Trips H-3	$Y=e[-20 \cdot \exp(-0.51 \cdot t)]$	0.975	0.98	0.0076	0.229 – 0.795

Cuadro 3. Incidencia final y Área Bajo la Curva del Progreso de la roña y daño por trips en frutos de aguacate

Epidemia	ABCPE	Incidencia final Y_f
Roña H-1	0.276	10.11
Trips H-1	0.936	23.80
Roña H-2	1.802	72.23
Trips H-2	1.616	61.00
Roña H-3	0.882	61.00
Trips H-3	0.493	43.00

CONTROL QUÍMICO DE TRIPS EN AGUACATE CV. HASS EN COATEPEC HARINAS, ESTADO DE MÉXICO

E. L. Castañeda-González¹, H. González-Hernández², R.M. Johansen-Naime³, D. L. Ochoa-Martínez², H. Bravo-Mojica², J. F. Solís-Aguilar⁴

¹Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX. Ignacio Zaragoza No. 6. Coatepec Harinas, Edo. de México. CP. 51700. Correo electrónico: cictamex@prodigy.net.mx

²Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. km 36.5. Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. CP. 56230. Correo electrónico: hgzzhdz@colpos.mx, idaniel@colpos.mx

³Instituto de Biología, UNAM. Apdo. Postal. 70-153, México, D.F. CP. 04510 (Coyoacán), Correo electrónico: naime@biologia.unam.mx.

⁴Depto. de Parasitología, UACH. km 38.5 Carr. México-Texcoco. CP. 56230, Correo electrónico: jfsolis@hotmail.com

RESUMEN

En México, para el control químico de trips en Aguacate, sólo están autorizados por la Dirección General de Sanidad Vegetal, el aceite parafínico de petróleo al 80% y el paratión metílico C.E. 47%. Por lo que en éste trabajo se evaluó la efectividad biológica de los insecticidas paratión metílico (Folidol[®] M72) a dosis de un mL L⁻¹ de agua, aceite parafínico de petróleo (Safe-T-Side[®]) a dosis de 20 mL L⁻¹ de agua y dimetoato (Dimetri 400[®]) a dosis de 1.5 mL L⁻¹ de agua. El trabajo se llevó a cabo en el Centro Experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C. en Coatepec Harinas, Edo. de México. De octubre de 2000 a abril de 2001. Los muestreos de trips se realizaron directamente de follaje y mediante monitoreo en trampas amarillas pegajosas. Los datos del muestreo de trips se analizaron mediante ANOVA y comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$), usando el paquete estadístico SAS. En los muestreos realizados a follaje, el análisis estadístico general mostró que hubo diferencias significativas entre tratamientos ($F = 5.49$; $gl = 3$; $P = 0.0021$); especialmente con diferencias altamente significativas entre el dimetoato y el testigo, con una media de 5.4 y 23.4 trips/ árbol, respectivamente. Por otro lado, en el monitoreo realizado con trampas amarillas pegajosas, el análisis mostró diferencias no significativas entre tratamientos ($F = 0.81$; $gl = 3$; $P = 0.4941$). Respecto a la efectividad biológica de los productos mediante la fórmula de Abbott, un análisis general, mostró que el dimetoato resultó ser

el mejor tratamiento contra trips con un 77% de efectividad; en tanto que el paratión metílico y aceite parafínico de petróleo tuvieron el 50 y 47% de efectividad, respectivamente.

Palabras Clave: Control químico, trips, *Persea americana*.

INTRODUCCIÓN

De las plagas que atacan al aguacatero en México, los trips son de particular importancia, debido a que en el pericarpio de la fruta atacada pueden provocar el desarrollo de protuberancias que reducen su calidad estética (González *et al.*, 2000) y por lo tanto menor calidad en la fruta. Para el control químico de trips en aguacate en México, sólo están autorizados por la Dirección General de Sanidad Vegetal, el aceite parafínico de petróleo al 80% y el paratión metílico C.E. 47%, a una dosis de 20 mL L⁻¹ de agua y 1-1.5 mL L⁻¹, respectivamente (SAGAR, 1999). Por lo que se determinó la efectividad biológica de los insecticidas dimetoato, paratión metílico y aceite parafínico de petróleo para el control de trips en aguacate, en Coatepec Harinas, Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la parcela "El Chirimoyo" del Centro Experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C. en Coatepec Harinas, Edo. de México. De octubre de 2000 a abril de 2001. Se evaluó la efectividad biológica de los insecticidas paratión metílico (Folidol® M72) a dosis de mL L⁻¹ de agua, aceite parafínico de petróleo (Safe-T-Side®) a dosis de 20 mL L⁻¹ de agua y dimetoato (Dimetri 400®) a dosis de 1.5 mL L⁻¹ de agua. A cada producto se le adicionó un mL L⁻¹ de surfactante en solución acuosa (INEX-A®). Los muestreos se realizaron directamente de follaje y mediante monitoreo en trampas amarillas pegajosas. Los datos del muestreo de trips muestreados en follaje y capturados en trampas pegajosas de cada tratamiento, se analizaron mediante ANOVA y comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$), usando el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1989).

RESULTADOS

En los muestreos realizados a follaje, el análisis estadístico general mostró que hubo diferencias significativas entre tratamientos ($F = 5.49$; $gl = 3$; $P = 0.0021$); especialmente con diferencias altamente significativas entre el dimetoato y el testigo, con una media de 5.4 y 23.4 trips/ árbol, respectivamente. Por otro lado, en el monitoreo realizado con trampas amarillas pegajosas, el análisis mostró diferencias no significativas entre tratamientos ($F = 0.81$; $gl = 3$; $P = 0.4941$). Respecto a la efectividad biológica de los productos mediante la fórmula de Abbott, un análisis general, mostró que el dimetoato resultó ser el mejor tratamiento contra trips con un 77% de efectividad; en tanto que el paratión metílico y aceite parafínico de petróleo tuvieron el 50 y 47% de efectividad, respectivamente.

CONCLUSIONES

- Es recomendable el muestreo de trips en follaje para un estudio de efectividad de insecticidas, debido a que es más confiable que el monitoreo en trampas.
- El dimetoato fue el insecticida que presentó el mayor porcentaje de efectividad, aunque este producto no está registrado para su uso en aguacate en México, podría ser una buena alternativa, ya que es menos tóxico que el paratión metílico.

BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ H, JOHANSEN-NAIME RM., GASCA-CORONA L, EQUIHUA-MARTÍNEZ A, SALINAS-CASTRO A., ESTRADA-VENEGAS E, DURÁN DE ANDA F Y VALLE DE LA PAZ AR. 2000. Plagas del Aguacate. pp: 117-121. En: El Aguacate y su Manejo Integrado. Editorial Mundi Prensa México, S. A. de C. V. México.

SAGAR. 1999. Guía de plaguicidas autorizados de uso agrícola. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Subsecretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Sanidad Vegetal. México.

SAS. 1989. SAS Institute. User's Guide: Statistics. Ver. 6. Vol. 1. USA.

TRIPS EN DIFERENTES CULTIVARES DE AGUACATE Y EN MALEZA ASOCIADA AL CV. HASS EN COATEPEC HARINAS, ESTADO DE MÉXICO

E.L. Castañeda-González¹, H. González-Hernández², R.M. Johansen-Naime³, D. L. Ochoa-Martínez², H. Bravo-Mojica², J. F. Solís-Aguilar⁴

¹Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX. Ignacio Zaragoza No. 6. Coatepec Harinas, Edo. de México. CP. 51700. Correo electrónico: cictamex@prodigy.net.mx.

²Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. km 36.5. Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. CP. 56230. Correo electrónico: hgzzhdz@colpos.mx, idaniel@colpos.mx.

³Instituto de Biología, UNAM. Apdo. Postal. 70-153, México, D.F. CP. 04510 (Coyoacán). Correo electrónico: naime@biologia.unam.mx.

⁴Depto. de Parasitología, UACH. km 38.5 Carr. México-Texcoco. CP. 56230. Correo electrónico: jfsolis@hotmail.com

RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en el Centro Experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C., en Coatepec Harinas, Estado de México, de agosto de 2000 a abril de 2001. Las colectas de trips se realizaron mediante muestreos directos a brotes foliares, inflorescencias y fruto pequeño ("cerillo-canica") de aguacate en los cultivares Hass, Fuerte, Colín V.33, árboles criollos y maleza asociada al cv. Hass. Se determinó un total de 656 ejemplares de trips, de los cuales, el 40.85% correspondió al cv. Hass, 15% a cv. Colín V.33 y el 12.3% a cv. Fuerte; el resto, el 31.7%, correspondió al aguacate criollo y maleza asociada al cv. Hass. Del material colectado, 45 especies se encontraron asociadas al cv. Hass; 30 a Fuerte; 24 a Colín V. 33 y nueve en aguacate criollo. Asimismo, se encontraron nueve especies compartidas en los tres cultivares, una depredadora *Leptothrips mcconnelli* (D. L. Crawford) y ocho especies fitófagas: *Frankliniella bruneri* Watson, *F. difficilis* Hood, *F. minor* Moulton, *F. occidentalis* (Pergande), *Scirtothrips aguacatae* Johansen et Mojica, *S. kupandae* Johansen et Mojica, *S. perseae* Nakajara y *Neohydatothrips signifer* (Priesner). Respecto a la maleza asociada al cv. Hass, se encontraron 19 especies pertenecientes a 17 géneros y nueve familias. Las especies de maleza con mayor número de trips fueron: *Taraxacum officinale* Weber, *Aldama dentata* Llave&Lex y *Oenothera roseae* L. Hérit

ex Ait. En estas especies de maleza se encontró un total de 31 especies de trips, distribuidas en los géneros *Scirtothrips*, *Frankliniella*, *Thrips* y *Exopthalmothrips*. Del total de especímenes de trips determinados, 23 especies son nuevos registros para Coatepec Harinas, Estado de México y se encuentran en proceso de descripción taxonómica.

Palabras Clave: *Persea americana*, trips, Asteraceae.

INTRODUCCIÓN

México inicia una expansión notable del cultivo de aguacate a principios de la década de 1960, principalmente en el Estado de Michoacán, con predominancia del cv. Hass, sustituyendo poco a poco al cv. Fuerte y a los criollos que eran los más ampliamente distribuidos, principalmente en el centro del país (Martínez, 1997). Sin embargo, en la actualidad, en el Estado de México, la cantidad que se consume de aguacate cv. Fuerte aún es considerable para el mercado local. Ambos cultivares son atacados por diferentes plagas y enfermedades que limitan su producción. De las plagas, los trips son considerados como una de las más importantes, ya que su presencia se asocia con defoliación, daños en flores y deformación de frutos. Sin embargo, en ausencia de botones foliares, florales y fruto de aguacate, los trips posiblemente se hospedan en maleza presente dentro de los huertos, principalmente en flores de plantas compuestas (Asteraceae) como el giganteón *Tithonia tubaeformis*, en donde se han detectado de 79 hasta 920 trips por cabezuela (González et al., 1999). Valle (2000) reporta a varias familias de maleza con las que se asocian trips en huertos de aguacate en Nuevo San Juan, Parangaricutiro, Mich., de las cuales, la que presentó el mayor número de especies que hospedan trips fue la familia Asteraceae. Hasta 1993, en México se tenían registradas a 600 especies de trips, con una mayor cantidad de especies de Terebrantia que de Tubulifera (Johansen y Mojica, 1996). Por tal razón, se determinaron las especies de trips presentes en los cultivares de aguacate Hass, Fuerte y Colín V.33, así como aguacate criollo y maleza asociada al cv. Hass, en Coatepec Harinas, Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las colectas se llevaron a cabo mediante varios muestreos en el Centro Experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C., en Coatepec Harinas, Estado de México, de agosto de 2000 a abril de 2001. Las colectas de trips en el cultivar Hass, se realizaron quincenalmente dependiendo de la disponibilidad de brotes foliares, inflorescencias y fruto pequeño (tamaño "cerillo a canica") en 56 árboles de la parcela "El Chirimoyo". Para los cultivares Fuerte, Colín V.33 y árboles criollos, las colectas se realizaron cada mes, con un promedio de 10 árboles/ colecta. Para las malezas asociadas al cv. Hass, se realizaron tres muestreos aleatorios, en donde se determinaron las malezas con mayor número de trips. Posteriormente, las colectas de trips se realizaron, dependiendo la disponibilidad de la maleza y su floración, semanal o quincenalmente, tomando 10 plantas al azar y una flor por planta también al azar.

Técnica de muestreo. El muestreo se realizó seleccionando cuatro puntos equidistantes alrededor de la parte media del dosel del árbol, en éstos se asperjó una solución de agua-Suavitel (10:1 v/v), con un atomizador de 1,000 ml de capacidad, colocando debajo de las estructuras vegetativas, una charola de plástico transparente sobre la cual se colectaban la solución y los insectos que eran derribados, los cuales eran contados y colectados con un pincel de pelo de camello del número 00 y colocados en tubos Emder de 1.5 ml de capacidad que contenían una solución de alcohol al 70%, en el que se conservaban antes de montarlos y determinarlos.

Montaje del material colectado. Una vez colectado el material, se llevó al Laboratorio de Parasitología de la FSSC-CICTAMEX, S. C., donde se realizó el montaje de los especímenes en laminillas mediante la técnica de montaje permanente con bálsamo de Canadá, la cual consiste en una deshidratación progresiva con alcohol (80, 96 y 100%), colocando grupos de 5 a 10 de ellos en pequeñas cajas Petri, durante 10 a 15 minutos en cada una de las concentraciones. Después de lo anterior, los trips se colocaron en una caja de Petri con xileno, por un período de 2 a 3 min para su aclaración. Finalmente, los especímenes se montaron con bálsamo de Canadá. El material montado en laminillas fue determinado por Roberto Johansen del Instituto de Biología de la UNAM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó un total de 656 ejemplares de trips, de los cuales, el 83.84% correspondió a hembras y el 16.15% a machos. Adicionalmente, de estas especies de trips, el 40.85% correspondió al material colectado en árboles del cv. Hass, 15% a cv. Colín V.33 y el 12.3% a cv. Fuerte; el resto, el 31.7%, correspondió al aguacate criollo y maleza asociada al cv. Hass. Del material colectado en cada uno de los cultivares, 45 especies se encontraron asociadas a estructuras foliares, florales y fruto pequeño de aguacate cv. Hass; 30 en Fuerte; 24 en Colín V. 33 y nueve en aguacate criollo. Asimismo, se encontraron nueve especies compartidas en los tres cultivares, una depredadora *Leptothrips mcconnelli* (D. L. Crawford) y ocho especies fitófagas: *Frankliniella bruneri* Watson, *F. difficilis* Hood, *F. minor* Moulton, *F. occidentalis* (Pergande), *Scirtothrips aguacatae* Johansen et Mojica, *S. kupandae* Johansen et Mojica, *S. perseae* Nakajara y *Neohydatothrips signifer* (Priesner). Esta última especie fue una de las más abundantes en los tres cultivares; sin embargo, no se encontró en aguacate criollo. Respecto a la maleza asociada al cv. Hass, se encontraron 19 especies pertenecientes a 17 géneros y nueve familias. Las especies de maleza con mayor número de trips fueron: *Taraxacum officinale* Weber, *Aldama dentata* Llave&Lex y *Oenothera roseae* L. Hérit ex Ait. En estas especies de maleza se encontró un total de 31 especies de trips, distribuidas en los géneros *Scirtothrips*, *Frankliniella*, *Thrips* y *Exophthalmothrips*. En *T. officinale* fueron encontradas 24 especies de trips, de las cuales, siete especies del género *Frankliniella* y dos de *Scirtothrips* también fueron encontradas en inflorescencias de aguacate cv. Hass; sin embargo, el género más abundante en esta maleza fue *Thrips*, el cual no se encontró en estructuras foliares, florales y fruto pequeño de aguacate cv. Hass. En *A. dentata* se encontraron a 14 especies de trips, de las cuales tres del género *Frankliniella* también fueron encontradas en aguacate cv. Hass. En *Oenothera roseae* sólo se encontraron a cinco especies de *Frankliniella*, de las cuales cuatro también fueron encontradas en aguacate cv. Hass. La maleza que presentó el mayor número de especies fue *T. officinale*. Sólo *Frankliniella brunnescens* Priesner y *F. occidentalis* fueron encontradas tanto en estructuras foliares, florales y fruto pequeño de aguacate cv. Hass como en flores de las malezas asociadas al cultivo. Por otro lado, *N. signifer* fue la segunda especie encontrada con mayor frecuencia en estructuras foliares, florales y fruto pequeño de aguacate cv. Hass. Sin embargo, dicha especie, al igual que el trips depredador *L. mcconnelli*, no fueron encontradas en la maleza asociada al cultivo. Del total de especímenes determinados, 23 especies son nuevos registros para Coatepec Harinas, Estado de México, las cuales se encuentran en proceso de descripción taxonómica.

BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ H, MÉNDEZ-RAMOS A, VALLE DE LA PAZ AR Y GONZÁLEZ-RÍOS M. 1999. Selección de trampas de color y fluctuación poblacional de trips del aguacate en Michoacán, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 5, Núm. Especial: 287-290.

JOHANSEN-NAIME RM, MOJICA-GUZMÁN. 1996. Thysanoptera. pp: 245-273. En: Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento. Jorge E. Llorente Bousquets, Alfonso N. García Aldrete y Enrique González Soriano, Eds. Primera Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

MARTÍNEZ, B. R. 1997. La producción mundial de aguacate y su importancia en el mercado internacional. En memorias: VI Curso de Aprobación Fitosanitaria en el Manejo del Aguacatero. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán. Septiembre 8 al 12.

VALLE DE LA PAZ M. 2000. Malezas y trips (Thysanoptera) en huertos comerciales de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. "Hass") de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Cutzato y Ziracuaretiro, Michoacán. Tesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.

TRIPS (THYSANOPTERA) EN HUERTOS DE AGUACATE (PERSEA AMERICANA MILLER) CV. HASS EN MICHOACÁN, MÉXICO

A. R. Valle-De la Paz¹, H. Bravo-Mojica¹, H. González-Hernández¹,
R. M. Johansen-Naime², A. Mojica-Guzmán² y M. Valle-De la Paz³

¹Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. México. Correo electrónico: aruthv@yahoo.com, bravomj@colpos.mx, hgzzhdz@colpos.mx

²Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. A.P. 70-153. 04510. México, (Coyoacán) D.F. México. Correo electrónico: naime@ibiologia.unam.mx, aurea@ibiologia.unam.mx

³Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 56230. Chapingo, Estado de México. Correo electrónico: mairvalle@hotmail.com

RESUMEN

Los trips pueden causar la deformación de los frutos en desarrollo afectando su calidad y obstaculizando su comercialización en el mercado de exportación. Se colectaron trips en tres huertos comerciales de aguacate cv. Hass del Estado de Michoacán, para conocer las especies presentes. Los huertos, "El Durazno" (2,300 msnm), "La Loma" (1,940 msnm) y "El Mesón" (1,580 msnm) se localizan geográficamente cercanos a los 19°24' LN y 102°01' LO. Las colectas se hicieron durante un período de 22 meses (junio de 1997 a septiembre de 1999), que comprendieron los meses de mayor diversidad y densidad de trips en estos huertos; se dirigieron a las inflorescencias, los racimos de frutos pequeños y al follaje nuevo circundante. En los tres huertos se identificaron un total de 652 ejemplares, 33.13 % correspondió a "El Durazno", 25.77 % a "La Loma" y 41.10 % a "El Mesón". Se encontraron 11 géneros: *Frankliniella*, *Heterothrips*, *Caliothrips*, *Arotrips*, *Exophtalmothrips*, *Frankliniella*, *Leucothrips*, *Scolothrips*, *Scirtothrips*, *Neohydatothrips* y *Leptothrips* y 53 especies en total. Del género *Frankliniella* se registran 27 especies; fueron las más frecuentes en "El Durazno", en particular *F. fallaciosa*, *F. occidentalis*, *F. brunnescens*, *F. invasor*, *F. curiosa*, *F. cephalica*, *F. bruneri* y *F. minor*. Otro género importante es *Scirtothrips* con 12 especies; en este caso, *S. perseae* fue más frecuente en "La Loma". De *Neohydatothrips* hubo cuatro especies; sin embargo, *N. burungae* y *N. signifer* fueron frecuentes en los tres huertos. Tam-

bién se colectó a *Heterothrips mexicanus*, *Arorathrips mexicanus*, *Exophthalmothrips* sp., *Leucothrips furcatus*, *L. piercei*, *Caliothrips phaseoli* y *C. punctipennis*; estas especies pueden ser consideradas como visitantes. Respecto de las especies depredadoras, se identificaron a *Franklinothrips lineatus*, *Scolothrips sexmaculatus* y *Leptothrips mcconnelli*, la segunda se colectó en los tres huertos.

Palabras Clave: *Frankliniella*, *Scirtothrips*, *Neohydatothrips*, *Franklinothrips*, *Scolothrips* y *Leptothrips*.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Michoacán, este cultivo presenta una variedad de problemas fitosanitarios que afectan la calidad y la producción de la fruta, entre los que destacan los trips. En altas densidades los trips pueden causar el enrollamiento de las hojas, la caída prematura de la flor y de frutos pequeños y la deformación de los frutos en desarrollo. Esto último demerita la calidad del fruto y obstaculiza su comercialización en el mercado de exportación. Con el objetivo de conocer las especies de trips presentes en aguacate cv. Hass, se realizaron colectas en tres huertos localizados a diferentes altitudes en Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. La investigación se realizó en los huertos comerciales de aguacate cv. Hass: "El Durazno" localizado en Nuevo San Juan Parangaricutiro, a 2,300 msnm, cuyo clima es templado con lluvias en verano y la temperatura media anual oscila entre 18° a 22°C; "La Loma", en Uruapan, a 1,940 msnm, con clima templado, lluvias en verano y temperatura media anual que oscila entre 18° y 22°C y; "El Mesón", en Ziracuaretiro, a 1,580 msnm, con clima entre templado y tropical, lluvias en verano, precipitación anual de 1500 mm, y temperatura media mensual entre 16.1° y 26.3°C .

Colecta y muestreo de trips. Las colectas se hicieron durante un periodo de 22 meses (junio de 1997 a septiembre de 1999), que comprendieron los meses de mayor diversidad y densidad de trips en estos huertos. En cada huerto se seleccionaron 16 árboles. Se tomó al azar una rama terminal (con brotes foliares y/o florales y cuando se presentaron, con frutos) en los cuatro puntos cardinales de cada árbol. Para derribar los trips de las ramas; se aplicó con un atomizador una solución de agua y suavizante de tela (Suavitel®) al 5%, para colectarlos en una palangana de plástico y después se separaron en viales de 1.5 ml con alcohol al 70%. Los montajes se hicieron en Bálsamo de Canadá.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 652 ejemplares de trips adultos colectados en los tres huertos, el 33.13% en "El Durazno", 25.77% en "La Loma" y 41.10% en "El Mesón". Se encontraron 11 géneros que pertenecen a tres familias del suborden Terebrantia y una de Tubulifera. En "El Durazno" hubo un total de 216 ejemplares; los géneros más frecuentemente colectados fueron *Frankliniella* (168) y *Neohydatothrips* (31); con menor frecuencia, los géneros *Scirtothrips*, *Scolothrips*, *Caliothrips*, *Leucothrips*, *Heterothrips* y *Exophthalmothrips*. En "La Loma" se determinaron 168 ejemplares; principalmente de los géneros *Scirtothrips* (75), *Frankliniella* (50) y *Neohydatothrips* (35); menos frecuentes fueron *Leptothrips*, *Arorathrips*, *Leucothrips*, *Scolothrips* y *Exophthalmothrips*. En "El

Mesón" se encontró el mayor número de trips (268 ejemplares). Los géneros más frecuentes fueron *Neohydatothrips* (104), *Frankliniella* (89) y *Scirtothrips* (64); los géneros presentes en menor grado fueron *Scolothrips*, *Caliothrips*, *Exophthalmothrips* y *Franklinothrips*.

Especies del género *Frankliniella*. Se identificaron 27 especies de *Frankliniella*, de "El Durazno" (22), "La Loma" (16) y "El Mesón" (19); las especies que más sobresalieron en los tres huertos estudiados fueron *F. fallaciosa*, *F. occidentalis*, *F. brunnescens* y *F. invasor*. En "La Loma" destacaron las mismas especies, excepto *F. brunnescens*. Mientras que, en "El Mesón", además de las mencionadas anteriormente, lo fueron *F. curiosa*, *F. cephalica*, *F. bruneri*, *F. minor* y *F. chamulae* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies de *Frankliniella* colectadas en aguacate cv. Hass en Michoacán (1997-1999).

Especies	No. de Especímenes		
	El Durazno	La Loma	El Mesón
01. <i>F. albacuriosa</i> Johansen	1	-	1
02. <i>F. curiosa</i> Priesner	3	1	10
03. <i>F. mixtecacuriosa</i> Johansen	2	-	-
04. <i>F. aurea</i> Moulton	2	1	-
05. <i>F. bruneri</i> Watson	5	1	6
06. <i>F. brunnescens</i> Priesner	16	-	4
07. <i>F. celata</i> Priesner	3	-	1
08. <i>F. chamulae</i> Johansen	4	1	5
09. <i>F. dubia</i> Priesner	4	2	4
10. <i>F. fallaciosa</i> (Priesner)	50	10	4
11. <i>F. insularis</i> (Franklin)	-	1	1
12. <i>F. minor</i> Moulton	8	-	5
13. <i>F. occidentalis</i> (Pergande)	25	5	7
14. <i>F. panamensis</i> Hood	-	1	-
15. <i>F. fallaciosa</i> f. <i>parvifosis</i> Priesner	7	2	-
16. <i>F. seneciopallida</i> Johansen	1	-	-
17. <i>F. simplex</i> Priesner	-	1	-
18. <i>F. spinosa</i> Moulton	2	-	1
19. <i>F. minuta</i> (Moulton)	-	2	4
20. <i>F. pestinae</i> Sakimura et O'Neill	2	-	1
21. <i>F. borinquen</i> Hood	3	-	3
22. <i>F. cephalica</i> (D.L. Crawford)	3	2	9
23. <i>F. cubensis</i> Hood	1	-	2
24. <i>F. difficilis</i> Hood	1	-	2
25. <i>F. invasor</i> Sakimura	13	15	9
26. <i>F. rostrata</i> (Priesner)	2	1	-
27. <i>F. salviae</i> Hood	-	1	-

F. fallaciosa ha sido reportada en inflorescencias de aguacate en la región de estudio por Johansen *et al.* (1999) y Betanzos *et al.* (1999). Estos autores la señalan como causa de daño en frutos, debido a que su presencia coincide con la floración y fructificación. Los registros más recientes de *F. occidentalis* en México son en flores de diente de león (*Taraxacum officinale*) y *Aldama dentata*; arvenses asociadas con el aguacate y en inflorescencias de éste de los cultivares Hass y Colín V.33, así como en aguacate criollo. *F. brunnescens* se ha registrado en flores de frutales

de clima templado, legumbres, así como en flores y frutos de aguacate y en maleza asociada al cultivo, como *T. officinale*, *Oenothera rosea* y *A. dentata* (Johansen et al., 1999; Betanzos et al., 1999; Sánchez et al., 2001; Castañeda, 2001). Adicionalmente, Betanzos et al. (1999) reportaron a *F. invasor* y *F. chamulae* en aguacate. La primera se ha encontrado en flores de cítricos y guayabo (Sakimura, 1972) y *F. chamulae* es habitante de follaje y conos de *Pinus* spp. (Johansen et al., 1999). Se registra por primera vez en aguacatero a *F. seneciopallida*, esta especie se ha colectado en mango (Johansen, 2002).

Especies del género *Scirtothrips*. Se identificaron 12 especies (Cuadro 2); en "El Durazno" (1), "La Loma" (8) y "El Mesón" (9). La especie más frecuente en las tres regiones fue *S. perseae* en los meses de octubre y diciembre de 1997, de enero a mayo de 1998 y en marzo, julio a septiembre de 1999; mientras que, *S. kupandae* sólo se encontró en "La Loma" y "El Mesón" de febrero a marzo de 1998 y en marzo, julio a septiembre de 1999. Estos meses coinciden con la presencia de las estructuras preferidas por las larvas y adultos de *S. perseae* en aguacate (Hoddle et al., 2002), principalmente por que ocurren en floración y fructificación. Estas especies son reportadas en aguacate y relacionadas con daño en follaje y fruto joven de aguacate según Betanzos et al. (1999), Castañeda (2001), Hoddle (2002) y Hoddle et al. (2002).

Cuadro 2. Especies de *Scirtothrips* colectadas en aguacate cv. Hass de Michoacán (1997-1999).

Especies	No. de Especímenes		
	El Durazno	La Loma	El Mesón
01. <i>S. albosilvicola</i> Johansen et Mojica	-	1	-
02. <i>S. kupandae</i> Johansen et Mojica	-	5	8
03. <i>S. martingonzalezi</i> Johansen et Mojica	-	1	-
04. <i>S. perseae</i> Nakahara	4	22	17
05. <i>S. tacambarensis</i> Johansen et Mojica	-	1	1
06. <i>S. hectorgonzalezi</i> Johansen et Mojica	-	1	1
07. <i>S. mangiferaffinis</i> Johansen et Mojica	-	2	1
08. <i>S. totonacus</i> Johansen et Mojica	-	1	-
09. <i>S. longipennis</i> (Bagnall)	-	-	1
10. <i>S. danieltelizi</i> Johansen et Mojica	-	-	1
11. <i>S. williheenigi</i> Johansen et Mojica	-	-	1
12. <i>S. zacualtipanensis</i> Johansen et Mojica	-	-	3

Existen nuevos registros de algunas especies descritas recientemente (Johansen y Mojica, 1998) como *S. martingonzalezi*, *S. hectorgonzalezi*, *S. danieltelizi*, *S. williheenigi* y *S. mangiferaffinis* (en mango) y *S. albosilvicola*, *S. zacualtipanensis* y *S. totonacus* (en bosque de *Quercus* spp.). En todos estos casos es necesario determinar si estas especies causan daño al aguacate o sólo son visitantes ocasionales en el agroecosistema de éste, dado que la vegetación nativa circunvecina de los huertos es bosque de pino-encino.

Especies de fitófagas y depredadoras de otros géneros. Con las excepciones de *Neohydathrips burungae* Hood y *N. signifer* (Priesner), se colectaron muy pocos especímenes de otras especies de trips fitófagas como *Heterothrips mexicanus* Watson, *Arorathrips mexicanus* (Crawford), *Exophthalmothrips* sp., *Leucothrips furcatus* Hood, *L. piercei* (Morgan), *Caliothrips phaseoli* Hood, *C. punctipennis* (Hood), *N. inversus* (Hood) y *N. variabilis* (Beach). Debido a la poca frecuencia de éstos trips en los huertos estudiados y a la abundancia de malezas en estos (Valle et al., 2001), al parecer carecen de importancia para el cultivo del aguacate, ya que son especies visitantes.

Del género *Neohydatothrips*, *N. burungae* y *N. signifer* fueron las especies más abundantes en los tres huertos, principalmente en "El Mesón". Se colectaron en los meses de noviembre y diciembre de 1997, de enero a mayo de 1998 y enero-febrero, junio y septiembre de 1999. Tiempo que coincidió con la ocurrencia de la floración y fructificación de los árboles de aguacate. Ambos trips atacan frutales de clima templados y tropicales, como el aguacate (Johansen et al., 1999; Betanzos et al., 1999; Sánchez et al., 2001; Castañeda, 2001; Hoddle et al., 2002).

Las especies depredadoras como *Franklinothrips lineatus* (Hood), *Scolothrips sexmaculatus* (Per-gande) y *Leptothrips mcconnelli* (Crawford) se colectaron en los tres huertos. La presencia de estos trips resulta interesante, ya que se alimentan de varias especies de ácaros y de trips (Leigh, 1995; Mound y Teulon, 1995), los cuales son muy abundantes en árboles de aguacate.

CONCLUSIONES

En esta investigación se identificaron en total 53 especies de trips, de las cuales 50 son fitófagas y tres son depredadoras. Respecto al número de especies colectadas, en "El Durazno" hubo 33 especies, en "La Loma" 32 especies y en "El Mesón" 34 especies; en cada uno de ellos las especies del género *Frankliniella* se colectaron con más frecuencia. Según el número de ejemplares colectados, en "El Durazno" hubo más ejemplares de *Frankliniella* (168), en "La Loma" de *Scirtothrips* (75) y, en "El Mesón" de *Neohydatothrips* (104).

BIBLIOGRAFÍA

- BETANZOS, G. A., H. BRAVO-M., H. GONZÁLEZ-H., R. M. JOHANSEN-N. Y A. E. BECERRIL-R. 1999. Fluctuación poblacional, daño e identificación de trips del aguacate cv. Hass en Michoacán, México. Rev. Chapingo Ser. Horticultura 5 (Núm. Esp.): 291-296.
- CASTAÑEDA G., E. L. 2001. Fluctuación poblacional, especies de trips en diferentes cultivares de aguacate y efectividad biológica de insecticidas en Coatepec Harinas, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.
- HODDLE, M.S. 2002. Oviposition preferences of *Scirtothrips perseae* Nakahara (Thysanoptera: Thripidae) in Southern California avocados. Pan-Pacific Entomol. 78(3): 177-183.
- HODDLE, M.S., S. NAKAHARA AND P. A. PHILLIPS. 2002. Foreign exploration for *Scirtothrips perseae* Nakahara (Thysanoptera: Thripidae) and associated natural enemies on avocado (*Persea americana* Miller). Biol. Control 24: 251-265.
- JOHANSEN, R. M. 2002. The mexican *Frankliniella fusca* (Hinds), *F. pallida* (Uzel) and *F. schultzei* (Trybom) species assemblages, in the "Intonsa Group" (Insecta, Thysanoptera: Thripidae). Acta Zool. Mex. (n. s.) 85:51-82
- JOHANSEN, R. M. Y A. MOJICA G. 1998. The genus *Scirtothrips* Shull, 1090 (Thysanoptera:Thripidae, Sercothripini) in México. Folia Entomol. Mex. 104:23-108
- JOHANSEN, R. M., A. MOJICA G. Y G. ASCENSIÓN B. 1999. Introducción al conocimiento de los insectos tisanópteros mexicanos, en el aguacatero (*Persea americana* Miller). Rev. Chapingo Ser. Horticultura 5 (Núm. Esp.):279-285
- LEIGH, T. F. 1995. Bionomics of cotton thrips: a review. In: Parker, B. L., M. Skinner y T. Lewis (Eds.). Thrips biology and management. Plenum, New York. pp. 61-70

MOUND, L. A. AND D. A. J. TEULON. 1995. Thysanoptera as phytophagous opportunists. In: Parker, B. L., M. Skinner y T. Lewis (Eds.). Thrips biology and management. Plenum, New York. pp. 3-19

SAKIMURA K. 1972. *Frankliniella invasor*, new species and notes on *F. gardeniae* and the *Frankliniella* spp. in Hawaii (Thysanoptera:Thripidae). Proc. Hawaiian Entomol. Soc. Vol. XXI (2):263-270

SÁNCHEZ R., M. Y., H. GONZÁLEZ-H., R. JOHANSEN-N., A. MOJICA-G. Y S. ANAYA-R. 2001. Thrips (Insecta: Thysanoptera) asociados a frutales de los estados de México y Morelos, México. Folia Entomol. Mex. 40 (2): 169-187

VALLE-DE LA PAZ, M., H. GONZÁLEZ-H., X. MADRIGAL-S. E I. ÁVILA-D. 2001. Importancia de las malezas en la fluctuación poblacional de trips en huertos de aguacate de Michoacán. Memoria del XXII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Universidad de Colima. Colima, Col. 7-9 de nov. de 2001.

PESTS OF AVOCADO IN FLORIDA

J. E. Peña

University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Tropical Research and Education Center, University of Florida, Homestead, FL 33031, USA

SUMMARY

The current pest situation on Florida avocado is reviewed. Status of research for pests such as, the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*, the loopers, *Epimeces detexta* (Walker), *E. matronaria* (Guenée), *Anacamptodes defectaria* (Guenée) and *Oxydia vesulia transponens* (Walker), the avocado lacebug, *Pseudacysta perseae* Heat., the avocado miner, *Gracillia perseae*, avocado leafroller, *Caloptilia* sp., the mite *Oligonychus yothersi* (McGregor), the mirids *Dagbertus fasciatus* (Reuter), the mite *Tegolophus perseae* Keiffer is discussed.

Key Words: *Anastrepha suspensa*, *Pseudacysta*, *Oligonychus*, *Dagbertus*, *Epimeces*, *Tegolophus*

INTRODUCTION

Avocado (*Persea americana*) like most fruit tree crops, is usually attacked by two to three key pests, several secondary pests and a large number of occasional pests (Table 1). In the "short list of known pests" that I include here, of 22 species, there are few pests that require annual control measures. Secondary pests generally occur at sub-economic levels, but can become serious pests if their natural enemies are eliminated due to continuous applications of pesticides. Major pests of avocado in Florida were reviewed by Wolfenbarger (1963). They include foliage feeders, e.g., *Epimeces detexta* (Walker), *E. matronaria* (Guenée), *Anacamptodes defectaria* (Guenée) and *Oxydia vesulia transponens* (Walker), the avocado lacebug, *Pseudacysta perseae* Heat., the avocado miner, *Gracillia perseae*, avocado leafroller, *Caloptilia* sp., and the mite *Oligonychus yothersi* (McGregor), flower and fruit feeders such as the mirids *Dagbertus fasciatus* (Reuter), the thrips, *Frankliniella bispinosa* Morgan and the mite *Tegolophus perseae* Keiffer. The objective of this paper is to present current information on the most frequent pests affecting avocado in the state of Florida.

Caribbean Fruit Fly, *Anastrepha suspensa* (Loew)

Avocado fruits are listed as hosts of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew) (Norrbon and Kim, 1988). However, under field conditions infestations are not observed indicating that avocado fruits are not the preferred host for the Caribbean fruit fly (Peña, pers.obs). Studies on resistance of avocado cultivars tested under forced laboratory conditions suggest that some factors may prevent infestation by this species (Hennessey et al., 1996). Studies on dynamics and infestation levels of the Caribbean fruit fly on avocado are needed to clarify that avocado is not a preferred host for *A. suspensa*.

Avocado red mite, *Oligonychus yothersi* (McGregor)

In Florida, the avocado red mite is a common pest of avocados. Feeding is initially confined to the upper surface of avocado leaves; it is found first along the midrib and secondary leaf veins. The areas along the veins become reddish-brown. During heavy infestations, leaves can be covered with mites' cast skins. Damage to the leaf area is regularly observed from October through February, causing up to a 30% reduction in leaf photosynthetic activity. Leaves affected by this mite regularly drop earlier (45-60 days after infestation) than their uninfested counterparts. This mite is an occasional pest in some orchards and is seldom observed in others. Periodic inspections are recommended during December, January and February.. The duration of the life stages varies from 14 to 15 days. Females are capable of laying 40 to 50 eggs during their life span (Peña and Johnson, 1999). In Florida, few miticides are registered for use on avocados when fruit is present. Sulphur or oil emulsion sprays are recommended (Peña and Johnson, 1999). There was a significant linear relationship between the number of cumulative mite-days (y) and cumulative damage index (x) ($y = -26.46 + 89.92x$; $r^2 = 0.98$, $P > 0.001$). There was a less than intermediate negative linear relationship between the number of fruit per tree (y) and the damage index (x) ($y = 89.45 - 22.59x$; $r^2 = 0.24$; $P > 0.001$) (Peña, unpubl.). However, if avocado trees infested with avocado mite maintain an average of 245 mite days, and are left untreated, 36.45% of the yield could be reduced (Peña, unpubl.).

Eriophyidae

In Florida, *Tegolophus perseiflorae* is observed in developing buds, flowers and fruitlets. Peña and Denmark (1996) related the presence of this mite with excessive flower drop and fruit deformation. The mites cause necrotic spots, and sub-circular and irregular openings on apical leaves. Feeding by this mite may cause fruit deformation and discoloration. The adult avocado bud mite has a yellowish appearance. Its life cycle has not been determined. Avocado bud mite populations begin to increase from March to May (Peña and Johnson, 1999). There are no recommendations for management and control of these species.

Mirids, *Dagbertus fasciatus* (Reuter), *D. olivaceus* (Reuter), *Rhinacloa* sp.

In Florida, a number of mirids (*Dagbertus fasciatus* (Reuter), *D. olivaceus* (Reuter) and *Rhinacloa* sp.) feed and insert their eggs on opening buds, leaves, flowers and small fruit. Attacks seem to especially affect flowers and recently set fruit, causing them to drop. Wounds on fruit may serve as a point of entry for decay organisms. These insects are green-brown, comparatively small, 1 cm in length. Mirids usually appear during the bloom and early fruit-setting stages. Mirid populations are most common from January through April, when avocado flowers are fully open. Mirids have been associated in the past with injuring the fruit causing 'pimply' elevations. However, a relationship between the average number of mirids and percentage of fruit 'pimpling' was not observed (Peña et al., 2003).

The parasitoid, *Leiophron*, probably *fumipennis* Loan, has been registered in Florida (Table 2). Sprays during flowering should be applied later in the afternoon to reduce loss of honeybees (Peña and Johnson, 1999).-

Tingidae

Avocado lace bug, *Pseudacysta perseae* (Heidemann)

The avocado lace bug was described in 1908 as *Acysta perseae* from Florida specimens and considered a minor pest of avocado for several years. However, persistent population outbreaks of *P. perseae* observed since the mid-1990s in Florida and in the Caribbean region, reveal that *P. perseae* has become one of the most important pests of avocado (Abud-Antum, 1991; Medina-Gaud et al., 1991). *P. perseae* is found in Florida and Georgia in the USA, Bermuda, the Dominican Republic, Puerto Rico and Mexico (Mead and Peña, 1991). Common hosts for this pest, besides avocado, are red bay, *Persea borbonia* (L.) and camphor, *Cinnamomum camphora* (L.). The life cycle of *P. perseae* was reported by Abud-Antum (1991). It requires 22 days from egg stage to adult. The most complete description of adults and late-instar nymphs was given by Heidemann (1908).

Pseudacysta perseae confines its attack to the lower surface of the foliage, causing chlorosis, necrosis and severe defoliation of avocado, reducing yields (Peña et al., 1998) [Plate 52]. This bug usually lives in colonies, depositing eggs upright in irregular rows in clusters on the lower leaf surface. This insect opens an avenue of penetration for the leaf anthracnose fungus, *Colletotrichum gloeosporioides* (Mead and Peña, 1991). Since the avocado lace bug was not considered an important pest, it is suggested that in recent times, suitable natural enemies were decimated by application of pesticides or by some other type of environmental disequilibria.

In Florida, avocado lace bug population densities increase during the dry season (November-February), and decline during spring and summer (Peña et al., 1998). The cvs. 'Waldin', 'Booth 8' and 'Loretta' have the highest natural infestation levels. The most susceptible cv. appears to be 'Booth 8', with average damage levels of 20 to 28% to the leaf area. Leaf photosynthesis is reduced by 50% when the leaves sustain 40% damage. Cultivars (e.g., 'Simmonds') with 100% of their leaves infested exhibited early leaf drop and an overall reduction in fruit set. By contrast, a West Indies x Guatemala hybrid was scarcely affected by the pest.

The major biological control agents in Florida are two egg parasitoids, *Oligosita* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), and an unidentified mymarid wasp; if undisturbed by chemical applications, the green lace wing *Chrysoperla rufilabris* Burmeister and a mirid, *Hyaliodes vitripennis* Say keep avocado lace bug densities from reaching economic levels.

Several pesticides—M-Pede (soap), citrus oil and Mycotrol (*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin) significantly reduced lace bug densities compared to the untreated control (Peña et al., 1998) (Table 2).

Avocado leaf roller, *Caloptilia* sp., Avocado Miner, *Phyllocnistis* sp.

Young leafroller larvae typically feed only on the surface of avocado leaves, leaving a thin brown membrane. Mature avocado trees can tolerate considerable leaf damage by the amorbia larvae without severely affecting tree growth or fruit yield. *Phyllocnistis* spp. (Lepidoptera: Gracillariidae) mining on the leaves is considered a minor pest problem.

Avocado loopers—*Anacamptodes defectaria* (Guenee), *Epimeces detexta* (Walker), *Epimeces matronaria* (Guenee), *Oxydia vesulia transponens* (Walker).

Several loopers, namely *E. detexta*, *E. matronaria*, *Anacamptodes defectaria*

(Gueneé) and *O. vesulia transponens*, feed on avocado leaves in Florida. The most common of these is *E. detexta*, a medium-sized grey or greyish-white moth. Young larvae are 0.6 cm or less in size, usually grey or greyish-black. They grow rapidly to 3 to 4 cm in length. Older larvae are generally tan or greenish-yellow in colour. *E. detexta* larvae also feed on flower panicles, even fruit, but prefer the tender growth in the upper part of the tree. Looper infestations appear to be somewhat seasonal and are more severe in spring and summer, generally becoming less of a problem in fall and winter. Defoliation and fruit damage has been sporadic during the last 15 years. However, during 2002 and summer 2003, defoliation has been observed demanding several insecticide applications. The adult *E. detexta* is short-lived, and mates and oviposits soon after emergence from the pupa. Eggs are laid in narrow elongated masses, preferentially on needles of Australian pine (*Casuarina* sp.), and they hatch in about 5 days. The larvae grow rapidly and pupate 17 to 22 days after egg hatch. The pupal stage can last 10 days. Thus a full generation is expected to last between 34 and 37 days. Pupae drop to the ground and the adult emerges in 12 days to start the cycle over. Some avocados are culled because of damage from feeding on the fruit by two or three kinds of small caterpillars (Peña and Johnson, 1999). Native natural enemies of *E. detexta* include the predators *Calleida decora* (Fabricius) and *Podisus maculiventris* (Say). *Alcaerrhynchus grandis* (Dallas), *Parapanteles* sp. and *Trichospilus diatreae* Cherian are natural enemies of *E. matronaria*, *A. defectaria* and *O. vesulia transponens*, respectively (Peña et al., 1996). Several attempts to introduce exotic biological control agents, e.g., *Telenomus* sp. and *Trichogramma platneri* Nagarkatti, failed (H. Glenn, personal communication).

CONCLUSIONS

In general, avocado pest management is largely dependent on the use of pesticides. Costs of pest control, and the current lack of information and lack of registration for a new generation of pesticides (Wysocki et al., 1999), is complicating the continuation or development of pest-management programs in avocado.

In Florida, where the most important cultivars grown are Guatemalan or West Indian in origin are attacked by two to three key pests which are currently controlled through the use of chemical products, applied on a calendar schedule. This practice continues despite the presence of several native biological control agents for some insect pests such as mirids, avocado lace bug, and several attempts to introduce exotic biological control agents. Timid efforts on the development of IPM include determining economic thresholds for the avocado mite and sampling techniques for mirids (Peña et al., 1996) and loopers. Assessments of economic damage for mirids and for *Tegolophus perseiflorae* are needed in order to determine their injury to flowers and fruitlets.

REFERENCES

ABUD-ANTUM, A. 1991 Presence of avocado lacebug, *Pseudacysta perseae* (Heidemann) (Hemiptera: Tingidae) in Dominican Republic. *Primera Jornada de Proteccion Vegetal, Universidad de Santo Domingo, Dominican Republic*, abstract, p.4.

- HENNESSEY, M. K., R. KNIGHT, R. SCHNELL. 1996. Relative resistance of avocado germplasm to CARIBBEAN FRUIT FLY. IN: B. A. PHERON AND G. STEC., EDS. *Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management*, pp.339-342
- HILL, D. 1975 *Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control*. Cambridge Press, London, 516pp.
- MEAD, F. AND PEÑA, J.E. 1991 Avocado lace bug, *Pseudacysta perseae* (Hemiptera: Tingidae). *Florida Department Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry Entomol. Circ.* 346, 4pp.
- MEDINA-GAUD, S., SEGARRA, A. AND FRANQUI, R. 1991 The avocado lacewing bug *Pseudacysta perseae* (Heidemann)(Hemiptera: Tingidae). *Journal Agriculture University of Puerto Rico* 75, 185-188.
- NORRBOM, A.L. AND K. C. KIM. 1988. A list of reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). USDA-APHIS-PPQ Bull 81-52.
- PEÑA, J.E. AND DENMARK, H. 1996 An eriophyid *Tegolophus perseae* (Acari: Eriophyidae) new to Florida and the USA. *Florida Entomologist* 79, 74-76.
- PEÑA, J. AND JOHNSON, F. 1999 Insect management of avocados. *Insect Management Guide*, Department of Entomology and Nematology, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida; http://edis.ifas.ufl.edu/Body_IG068.
- PEÑA, J.E., BARANOWSKI, R. AND NADEL, H. 1996 Pest management of tropical fruit trees in Florida. In: Rosen, D., Bennett, F. and Capinera, J. (eds.) *Pest Management in the Subtropics—Integrated Pest Management—A Florida Perspective*. Intercept, Andover, UK, pp. 349-370.
- PEÑA, J.E., SUNDHARI, S., HUNSBERGER, A., DUNCAN, R. AND SCHAEFER, B. 1998 Monitoring, damage, natural enemies and control of avocado lace bug, *Pseudacysta perseae* (Hemiptera: Tingidae). *Proceedings Florida State Horticultural Society* 111, 330-334.
- SCHAFFER, B., J. E. PEÑA, S. LARA AND D. BUISSON. 1987. Net photosynthesis, transpiration and stomatal conductance of avocado leaves infested by the avocado red mites. *Proc. American Society Hort. Tropical Region, San José, Costa Rica* 30: 73-82.
- WOLFENBARGER, D. O. 1963. Insect pests of avocado and their control. *Florida Agr. Exp. Sta. Bull.* 605A:51p.

Table 1. Pests of Avocado in Florida

Order	Family	Species Name		
Acarina	Eriophyidae	Tegolophus perseafflorae		
		Keifer		
Coleoptera	Tenuipalpidae	Aceria sp.		
		Brevipalpus phoenicis (Geijskes)		
	Tetranychidae	Oligonychus yothersi (McG.)	avocado red mite	
		Curculionidae	Heilipus squamosus	
	Scarabeidae	Caulophilus (latinasus)		
		oryzae (Gyll.)	Collected from seeds	
		Euphoria sepulchralis (Fab.)		
		Pachystethus marginata (Fab.)		
		Scolytidae	Xylosandrus compactus (Eich)	
		Hemiptera	Tingidae	Pseudacysta perseae	avocado lace bug
Miridae	Dagbertus sp.		avocado mirids	
Homoptera	Cicadellidae	Idona minuenda (Ball)	avocado leafhopper	
		Coccidae	Ceroplastes ceriferus (Fabricius)	Indian wax scale
	C. floridensis			
	Comstock	Florida wax scale		
	Coccus acutissimus			
	Green	banana shaped scale		
	C. hesperidum L.	Brown soft scale		
	C. viridis (Green)	Green Scale		
	Eucalymnatus tessellatus (Signoret)	tessellated scale		
	Kilifia acuminata (Signoret)	acuminate scale		
	Protopulvinaria pyrifornis (Cockerell)	Pyriform scale		
	Pulvinaria psidii Maskell	Green shield scale		
	Saissetia neglecta DeLotto	Caribbean black scale		
	Saissetia oleae (Olivier)	Black scale		
	Diaspididae	Acutaspis perseae (Comstock)	Red bay scale	
		Aonidiella orientalis (Newst.)	Oriental scale	

Order	Family	Species Name	
Aspidiotus spinosus		Aspidiotus destructor	
		Signoret	Coconut scale
		Cornst.,	Spinose scale
		Chrysomphalum dictyospermi	
		(Morgan)	Dictyospermum scale
		C. ficus Ashmead	Florida red scale
		Fiorinia fioriniae (Targ.)	fiorinia scale
		Hemiberlesia diffinis	
		(Newst.)	Diffinis scale
		Hemiberlesia lataniae	
		(Signoret)	Latania scale
		Morganella cueroensis	
		(Ckll.)	Cuero scale
		Parlatoria pergandii	
		Comst.	Chaff scale
		Parlatoria proteus (Curtis)	Proteus scale
		Pseudoparlatoria	
		parlatorioides (Comst.)	False parlatoria
		Quadraspidotus	
juglansregiae (Comst.)	English walnut scale		
Velataspis dentata			
(Hoke)	Dentate scale		
Lepidoptera	Pseudococcidae	Pseudococcus sp. nr. maritimus (Her.)]	
	Gracillariidae	Phyllocnistis n. sp.	Leaf miner
	Geometridae	Caloptilia sp.	Leaf roller
		Epimecis detexta(Wlk.)	Avocado loopers
	Tortricidae	E, matronaria, Oxidia vesulia	
transponens, Anacamptodes defectaria			
Thysanoptera	Thripidae	Argyrotaenia amatana	
		(Dyar)	
		Selenothrips rubrocinctus	
		(Giard)	
		Heliothrips haemorrhoidalis	
		Frankliniella bispinosa (Morgan)	

Table 2. Natural Enemies Collected in Florida from Avocado Pests

Pest	Natural Enemy	Predator	Parasitoid
Pseudacysta perseae	Trichogrammatidae	Oligosesta spp.	x
	Miridae	Hyalodes vitripennis	x
Argyrotaenia sp.	Chalcididae	Conura sp.	x
		Calleida decora (Fabricius)	x
Epimeces detexta		Podisus maculiventris (Say)	x
		Alcaerrhynchus grandis (Dallas)	x
E. matronaria			
Anacampodes defectaria		Parapanteles sp.	x
Dagbertus spp.	Braconidae	Leiophron prob. funipennis	x
Oligonychus yothersi sp.	Phytoseiidae	Typhlodromus peregrinus (Muma)	x
		Euseius hibisci (Chant)	x
Phyllocnistis n. sp.	Eulophidae	Zagrammosoma multilineatum (Ashmead)	x

DYNAMICS AND SAMPLING OF MIRIDS (HEMIPTERA: MIRIDAE) IN AVOCADO IN FLORIDA

J. E. Peña, H. Glenn and R. M. Baranowski

Tropical Research and Education Center, UF, Homestead, Florida, USA

E-Mail: jepe@mail.ifas.ufl.edu

SUMMARY

Flower feeders, such as mirids *Dagbertus fasciatus* (Reuter), *Rhinacloa* sp. and *D. olivaceous* (Reuter) contribute to excessive flower drop and reduction of fruit set in Florida. Several studies on the dynamics and sampling of these pests were conducted in South Dade County by collecting mirids from thirteen avocado varieties. The effectiveness of a beating sampling technique was compared to the use of sticky traps as monitoring tools. Relationship between avocado flower variety and avocado phenology was determined.

Key Words: mirids, flower pests, avocado, *Dagbertus*, *Rhinacloa*

INTRODUCTION

Mirids are injurious and widespread insect pests of avocado and cause diverse damage in some producer areas. For instance, in Africa, the avocado bug, *Taylorilygus* sp., appears to feed on avocado flowers, young fruit and presumably also young fruits (Wysoki et al., 2002). Damage to avocado fruit is caused within the first few weeks after fruit set. This leads to the development of protrusions on larger fruit which are only visible about a month after feeding. The lesions that occur on avocado fruit are in the form of 'pimply' elevations on the fruit surface (Du Toit et al., 1993). If surveys indicate that large populations of the avocado bug are present shortly after fruit set, chemical control should be applied immediately (Van den Berg et al., 1999). In the Philippines, the mirid bugs *Helopeltis bakeri* Pop., and *H. collaris* Donovan attack the shoots and fruit of avocados, causing significant damage (Cendaña et al., 1984).

During the late 70s in Florida, USA, populations of mirids began to appear annually on avocado blossoms in numbers great enough to cause concern. Preliminary surveys conducted by the two junior authors showed the following mirids to be associated at least occasionally, with avocado

blossoms: *Polymerus cruentatus*, *Taylorilygus apiacalis*, *Lygus lineolaris*, *Neurocolpus flavescens*, *Rhinacloa* sp., *Dagbertus fasciatus* and *D. olivaceous*. Later, Baranowski and Glenn (unpubl.) observed that the only species feeding and breeding on avocado were *Dagbertus fasciatus* Reuter and *D. olivaceous* (Reuter). *Dagbertus* adults were also collected from mango, longan, lychee, black olive, *Schinus terenbinthifolius*, *Parthenium* sp. and sabal palmetto (Baranowski and Glenn, unpublished). Attacks to avocado seem to especially affect flowers and recently set fruit, causing them to drop. These insects are green-brown, comparatively small at 1 cm in length. *Dagbertus* eggs held at 23°C hatch in 6-8 d, nymphs go through 5 stages before reaching the adult stage. Thus, *Dagbertus* can complete a single generation in as short a time as 14 d (Glenn and Baranowski, unpubl.).

The objectives of the present study were to determine the relationship between *Dagbertus fasciatus*, *D. olivaceous*, *Rhinacloa* sp. and avocado varieties and to determine the seasonal abundance of these species.

MATERIALS AND METHODS

Three trees representing each of thirteen avocado cultivars, 'Choquete', 'Black Prince', 'Nadir', 'Booth 8', 'Booth 7', 'Nesbitt', 'Hardee', 'KL', 'Streamliner', 'Pollock', 'Fuchs', and 'Waldin' were selected from the germplasm collection at the Tropical Research and Education Center, Homestead, Florida. Floral buds of each cultivar were sampled by shaking floral clusters in a modified sweep net method at different times of the day. The modified sweep net method consisted in beating 1 panicle 4-5 times into a 36 x 26 cm plastic tray. Adults and nymphs were recorded. Adults were identified to the species level by the second and third authors. Sampling was conducted from January, 24, 1985 through April 25, 1985. Sampling was also conducted during 1987 on 13 cultivars, 'Pollock', 'Brookslate', 'Nadir', 'Monroe', 'Simmonds', 'Booth 7', 'Nesbitt', 'Waldin', 'Tower', 'Tonnage', 'Choquette', 'Black Prince', and 'Taylor'. Developmental stages of avocado inflorescence were determined by following the descriptions of Davenport (1982). Mirids were also trapped by placing 21.3 cm in diam. white circular sticky traps at 1 and 2 m high on the external tree canopy. The effectiveness of this type of trapping was determined and compared with the modified sweep net method.

Pimple elevations were evaluated by visually inspecting 10 randomly collected fruits per tree. 'Pimpling' was expressed as percent of fruit with more than 1 'pimple' per fruit.

RESULTS AND DISCUSSION

Relationships between avocado varieties and mirids. During our first sampling period, *Dagbertus olivaceous* were more abundant ($P > 0.05$) on cultivars 'Booth 8 and 'Booth 7' compared with other cultivars (Table 1). Adults of *D. fasciatus* were more commonly found on 'Booth 8', 'Booth 7, and 'Waldin'. The cultivars with the highest *D. fasciatus*, *D. olivaceous* densities, and with nymphs of both species, were 'Booth 8 and 'Booth 7' followed by 'Fuchs', 'Black Prince', 'KL' and 'Waldin'. The lowest mirid densities were found in 'Pollock', 'Streamliner' and 'Nesbitt' (Table 1). During our second sampling period, mirids were more abundant on 'Pollock' and 'Brooks late' compared to 'Nadir', 'Taylor', 'Monroe', 'Booth 7', 'Choquette', 'Waldin', 'Simonds', 'Black Prince' and 'Tonnage' (Table 2). Therefore, it is uncertain that *D. olivaceous* and *D. fasciatus* showed constant preference for the cultivars evaluated during this study. A relationship between the average number of mirids and percentage of fruit 'pimpling' was not observed ($F = 0.01$; $Pr > 0.94$; $df = 38$) (Table 3).

Relationship between mirid density and flower phenology. During the first study, more mirids were found ($F = 5.12$; $df = 532$; $P < 0.0001$) (Table 4) on flower buds with a maximum floral opening (grade 9) than on any other developmental stage. During the second study, more mirids ($F = 5.18$; $df = 531$; $P < 0.01$) were found on those flowers with a flower development higher than 7.5. There was not a significant difference between the number of mirids found on male or female avocado flowers ($F = 0.07$; $df = 552$; $P < 0.78$).

Mirid densities and weather. There was a statistical difference between the total number of mirids captured and the weather conditions (sunny, cloudy or overcast). More mirids were collected from flowers surveyed under cloudy conditions than during sunny or overcast conditions ($F = 3.30$; $df = 551$; $P < 0.04$) (Table 5). No statistical differences were detected between sampling time and number of mirids captured on the flowers. However, the lowest percentage of mirids was collected between 10 and 1230 hours and a higher percentage between the 9 h or at 1330 hr (Fig 1).

Mirid Seasonality. Depending on the variety [early flowering, vs. late flowering], mirids were captured as early as January. Numbers peaked between the end of March and through mid April. The total number of mirids decreased afterwards (Fig 2).

The cultivars 'KL' and 'Streamliner' showed earlier mirid populations in January, followed by 'Nadir', 'Nesbitt', 'Black Prince' (mid March) and the late cultivars ('Booth 8', 'Booth 1', 'Hardee', 'Fuchs', and 'Booth 7) showed mirid population build up by late March. Mirid densities were observed as late as April on the cultivars 'Waldin' and 'Choquette'.

Trapping. Sticky traps detected 56% of the mirid population as compared to the sweep-net method. Therefore, the sweep method trapped 4 times more mirids than the sticky traps. The use of sticky traps, however, has the advantage to provide an estimation of mirid density using less man-hours than the sweep net method. More mirids were detected in traps when the flower development was higher than 7. During the second study no significant relationship was found between the number of mirids found per panicle and number of mirids collected in traps (Fig 3).

CONCLUSIONS

The species, *Dagbertus fasciatus* Reuter and *D. olivaceus* (Reuter) were collected infesting avocado panicles during this study. A definitive varietal preference by the mirids was not observed. Flowers with a grade development between 7.5 and 9 which correspond to open flowers, held the highest number of *Dagbertus* sp. Therefore, a population build up in avocado accompanies and probably directly depends on flower development from January to April. Moreover, *Dagbertus* mirids are highly polyphagous infesting besides avocado, flowers of *Mangifera indica*, *Parthenium* sp., *Schinus terebinthifolius*, and other species. A correlation between 'pimpling' on fruits and average mirid density was not observed. Previously, Peña and Denmark (1996) suggested that feeding of *Tegolophus perseae* (Acari: Eriophyidae) may cause fruit deformation and decoloration. Further research is needed to elucidate this problem as other pests, i.e., *Frankliniella* sp. can also feed on avocado flowers.

Monitoring in orchards allows a better timing of sprays and an estimation of the population densities of pests involved. Sticky traps may be useful for detecting the presence of mirids in avocado and for monitoring incoming adults from other plant species moving into the avocado orchard.

Table 1. Abundance of *Dagbertus olivaceus* and *D. fasciatus* adults and nymphs of both species, on 13 avocado cultivars, 1985

Cultivar	Average No.			Total
	<i>D. olivaceus</i>	<i>D. fasciatus</i>	Nymphs	
'Choquette'	0.14b	0.08c	0.04c	0.26b
'Black Prince'	0.28b	0.10c	0.58bc	0.96b
'Nadir'	0.14b	0.00c	0.10c	0.25b
'Booth 8'	0.65a	0.48a	1.70a	2.83a
'Booth 7'	0.65a	0.42ab	1.18ab	2.25a
'Booth 1'	0.11b	0.06c	0.46bc	0.64b
'Nesbitt'	0.10b	0.03c	0.10c	0.23b
'Hardee'	0.15b	0.07c	0.03c	0.27b
'KL'	0.06b	0.00c	0.73bc	0.80b
'Streamliner'	0.14b	0.02c	0.05c	0.22b
'Pollock'	0.06b	0.10c	0.02c	0.19b
'Fuchs'	0.06b	0.10c	0.82bc	0.96b
'Waldin'	0.19b	0.20bc	0.33bc	0.72b

Numbers followed by different letters were significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$)

Table 2. Abundance of *Dagbertus olivaceus* and *D. fasciatus* adults and nymphs of both species, on 13 avocado cultivars, 1987

Cultivar	Average No.		Total
	Adults	Nymphs	
'Pollock'	0.86a	0.21bc	1.07ab
'Brooks late'	0.57ab	1.15a	1.72a
'Nadir'	0.39b	0.41bc	0.79bc
'Monroe'	0.31b	0.33bc	0.64bc
'Simmonds'	0.29b	0.14bc	0.43bc
'Booth 7'	0.26b	0.42bc	0.68bc
'Nesbitt'	0.20b	0.08c	0.28bc
'Waldin'	0.17b	0.64b	0.81bc
'Tower'	0.15b	0.23bc	0.38bc
'Tonnage'	0.15b	0.49bc	0.64bc
'Choquette'	0.13b	0.15bc	0.28bc
'Black Prince'	0.10b	0.10c	0.20c
'Taylor'	0.08b	0.08c	0.16c

Numbers within a column followed by a different letter were significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

Table 3. Relationship between average number of mirids and percent avocado fruits with 'pimpling' on an avocado grove, May 1985, Homestead, FL

Cultivar	Percent Fruit		Average No.
	Undamaged	Damaged	Mirids
Choquette	56	43	0.26
Black Prince	31	77	0.96
Nadir	4	96	0.26
Booth 8	20	79	2.83
Booth 7	25	75	2.25
Booth 1	41	59	0.64
Nesbitt	17	83	0.23
Hardee	19	81	0.27
KL	8	92	0.80
Streamliner	14	86	0.22
Pollock	17	83	0.19
Fuchs	17	83	0.96
Waldin	3	96	0.72

Table 4. Abundance of *D. olivaceous* and *D. fasciatus* on different phenological states of avocado flowers.

Bud Development	Average No.			Total
	<i>D. olivaceous</i>	<i>D. fasciatus</i>	Nymphs	
0-7	0.01	0.01	0.22b	0.25b
0.5-5	0.00	0.00	0.00b	0.00b
5.5	0.08	0.04	0.04b	0.17b
6.0	0.00	0.00	0.00	0.00
6.5	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.15	0.05	0.73b	0.94b
7.5	0.10	0.00	0.10b	0.21b
8	0.21	0.14	0.17b	0.53b
8.5	0.41	0.08	0.08b	0.58b
9	0.65	0.34	0.81b	1.81b
9.5	0.80	0.68	3.37a	4.85a
10	0.29	0.27	0.73b	1.30b

Numbers within a column followed by a different letter were significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

Table 5. Average number of mirids collected during sunny, over cast and cloudy conditions.

Weather Condition	Average Mirids per flower
Sunny	0.67 b
Overcast	1.33 a
Cloudy	0.00 b

Numbers within a column followed by a different letter were significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

Figure Captions

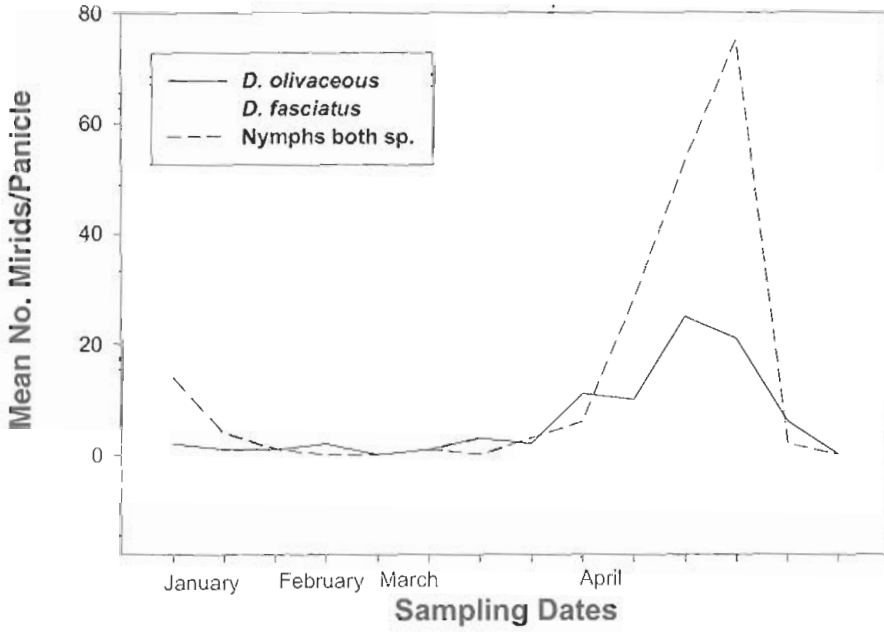


Fig 1. Percentage of flowers with more than 1 avocado mirid, collected from panicles between 8 am and 4 pm in Homestead, Florida, USA.

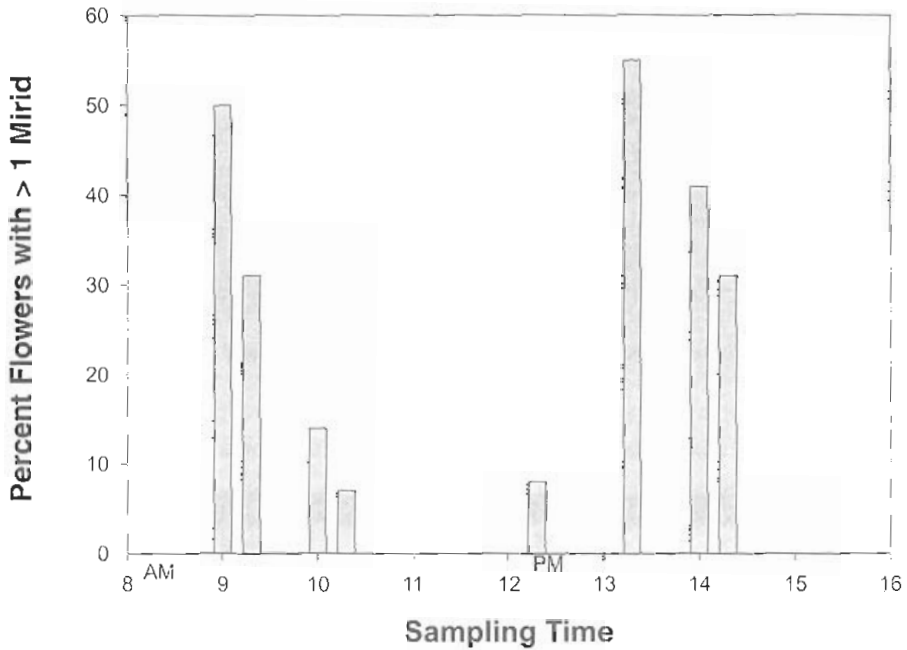


Fig 2. Mean number of *Dagebrtus* sp., and nymphs collected from January through April, in avocado, Homestead, Florida, USA.

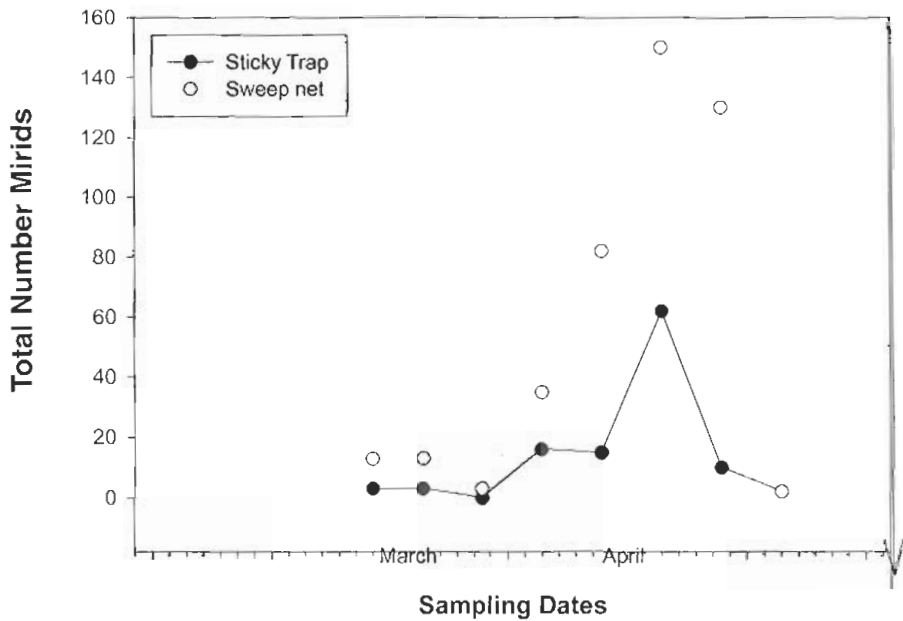


Fig 3. Total number of mirids trapped and/or collected from avocado floral panicles in Homestead, Florida, USA.

REFERENCES

- CENDAÑA, S. M., GABRIEL, B.P., AND MAGAALLONA, E.D. 1984. Insect pests of fruit crops in the Phillipines. Department of Entomology, University of the Phillipines, Los Baños.
- DAVENPORT, T. L. 1982. AVOCADO GROWTH AND DEVELOPMENT . PROC. FLORIDA STATE HORT. SOC. 95: 92-96.
- DU TOIT, W.J., STEYN, W.P., AND DE BEER, M.S. 1993. Occurrence of protrusions on avocado fruit and the causative agent. South African Avocado Growers' Association Yearbook 16: 100-102.
- PEÑA, J. E., AND H. DENMARK. 1996. An eriophyid *Tegolophus perseae* (Acari: Eriophyidae) new to Florida and the USA. Florida Entomologist 79: 74-76
- VAN DEN BERG, M.A. DE VILLIERS, E.A., AND JOUBERT, P.H. 1999. Identification manual for avocado pests. Dynamic Ad, Nelspruit, 53 pp.
- WYSOKI, M., VAN DEN BERG, M., ISHAM, G., GAZIT, S., PEÑA, J. E., AND WAITE, G. 2002. Pests and pollinators of Avocado. In: J. E. Peña, J. Sharp and M. Wyzoki, eds. Tropical fruit pests and pollinators. CAB International, Wallingford, UK. 430 p.

LEPIDOPTEROUS PESTS OF FLORIDA AVOCADO: BIODYNAMICS, MORTALITY FACTORS AND CONTROL

H. Glenn, J. E. Peña, R. M. Baranowski, and R. Duncan

Tropical Research and Education Center, UF, Homestead, Florida

SUMMARY

The omnivorous loopers, *Epimeces detexta* (Walker), *E. matronaria* (Guenée), *Anacamptodes matronaria* (Guenée) and *Oxydia vesulia transponens* (Walker)

feed on the foliage of avocado and at times on fruits whereas the leafroller, *Caloptilia perseae* (Buck) causes minor damage to young foliage. Larval development of *E. detexta* and its consumption of foliage were determined. The *E. detexta* life cycle is as follows: egg (5 days), larva (17-20 days), prepupa (2 days) and pupa (10 days).

Three orchards were used to determine the population dynamics of the loopers. A larval parasitoid, *Parapanteles* sp., as well as a pupal parasitoid, *Trichospilus diatreae* were collected from specimens held under laboratory conditions. Efficacy of different insecticides was determined on the avocado leaf roller.

Key Words: avocado loopers, dynamics, biology, parasitoids

INTRODUCTION

Species within the families, Geometridae, Tortricidae and Gracillariidae are widely represented as avocado pests around the world. The tortricid, *Amorbia cuneana* Walsingham, the western avocado leafroller, the avocado loopers *Anacamptodes defectaria* (Guenée), *Epimeces detexta* (Walker), *Epimeces matronaria* (Guenée), *Oxydia vesulia transponens* (Walker) and *Sabulodes aegrotata* (Guenée), the gracillariid *Gracillaria perseae* Busk and *Phyllocnistis* sp, are seasonal pests that eventually cause economic damage to avocado in different regions of the world (Wysoki et al., 2002; Bailey and Hoffman, 1979)

Epimeces detexta (Walker) is one of the most common loopers affecting avocado in Florida and gained pest status since 1985. Damage by *E. detexta* normally affects flower panicles, fruit and leaves of avocado, but it can be found feeding on foliage of other fruit species, such as *Annona* spp. Heavy infestations can cause severe defoliation, the weakening of trees and yield reductions (Glenn, pers. obs).

The objectives of this research were to: 1. Study larval development and leaf area consumption, followed by studies of the pest dynamics and identification of its natural enemies. 2. Determine effectiveness of insecticides on the avocado leafroller.

MATERIALS AND METHODS

Larval development, leaf consumption and life cycle of E. detexta. Newly eclosed larvae (n = 518) were individually placed in 50 x 9 mm petri dishes lined with filter paper and provided one or several 5.07cm² cv. 'Peterson' leaf portions, depending on larval size and held at approximately 27°C, 80% RH. Larvae were checked daily to determine moulting and head capsules measured under a microscope. Specimens with head capsules measuring 15-80 μ m were measured at x50 magnification while larger specimens were measured at x25 or x12 as required. When small larvae stopped leaf consumption, the leaf discs were removed and consumed area was measured. Pupal and adult stages were then held under the same conditions. Eggs (n = 7804) deposited by females (n = 7) were held until eclosion.

Seasonality of Geometridae in avocado orchards. Three commercial avocado groves were used as study sites. The groves were examined weekly from 21 May 1986 to 26 May 1987. Number of larvae recorded during a 30 min. inspection of branches. Larvae were collected and head capsule widths recorded. Larvae were held under laboratory conditions in order to determine the presence of natural enemies.

Leaf Roller Control on Avocado, 2001. The trial was conducted in a commercial orchard located 6 miles northwest of Homestead. The trees were 7 to 8 feet tall. Eight treatments (Table 3) were replicated 10 times in a RCB design. Each replicate consisted of an individual tree. Treatments were applied with a hand-gun sprayer operating at 350 psi and delivering 100 gpa of finished spray (~1 gal/tree). The insecticides were compared for efficacy against the avocado leafroller, *Caloptilia perseae*, which feeds on the underside of the leaves. The insecticides were applied on October 17, and October 24, 2000. Samples consisted of 3 leaf flushes (ca. with 3-4 leaves) from the periphery of each tree (ca. 15 leaves per tree), collected 2 days before treatment (DBT) and 5, 12 [5 days after second treatment], and 20 days after treatment (DAT)[13 days after second treatment]. Samples were brought to the laboratory where the number of live and dead larvae were recorded per flush. We also recorded the number of larvae that were parasitized by an unknown Braconidae. The data was analyzed using PROC GLM and

Means separated by using Waller Duncan test.

RESULTS AND DISCUSSION

Field Observations. *E. detexta* eggs are deposited in clusters of 60 to 1100, primarily in the upper canopy of avocado trees. Females appear to prefer egg deposition on long and thin surfaces, such as needles of Australia pine (*Casuarina* sp.), remaining midvein of an avocado leaf, larval webs, golden orb spider webs. The adult *E. detexta* is short-lived and mates and oviposits soon after emergence from the pupa.

Life cycle, larval development and leaf consumption. Each female deposits an average of 1114 eggs; eggs hatch within 4.69 days, average larval development was 28.07 d, pupae, 9.95 d and adults live approximately 6.33 d. Total life cycle was approximately 49.04 d (Table 1). Young larvae, up to 0.64 cm in length are usually grey to greyish black, but when approach 3.81 or more in length are regularly brownish to greenish yellow. Larvae consumed an average 137.74 cm² leaf tissue of which 77.5% was consumed during the 7th instar. Females consumed 26.2% more foliage (153.7 cm²) than males (121.8 cm²); female pupae were 24% heavier (0.31 g) than male pupae (0.25 g). No significant differences were observed on head capsule width between males and females (Table 2). Under field conditions, all larvae feed on new flush; First and 2nd instar larvae cause leaf notching, while mature larvae consume almost the whole leaf.

Seasonality Four species of Geometridae were collected during this study. *E. detexta* (Walker), *E. matronaria* (Guenée), *Anacamptodes defectaria* (Melanies) and *Oxydia vesulia trasnponens* (Walker). For the first two groves, the highest peaks were observed for *E. detexta*; the remaining species were observed sporadically throughout the year.

For the third grove, *E. matronaria* had similar or higher peaks than *E. detexta*. Peaks of

E. matronaria were observed during fall and winter whereas *E. detexta* increased throughout the year (Fig 1).

Mortality Factors. A larval parasitoid, *Parapanteles* sp., and a pupal parasitoid, *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhul were collected from the specimens held under laboratory conditions. The predators *Calleida decora* (Fabricious) and *Podisus maculiventris* (Say) were observed feeding on *E. detexta* larvae. A unidentified granulosis virus was observed causing mortality to late larval instars.

Two exotic parasitoids, *Telenomus alsophilae* Viereck and *Trichogramma platneri* Nagarkati were released in *E. detexta* infested groves, none were recovered.

Chemical Control Caloptilia perseae. Pest pressure was considered high through the season, with an average number of 1.68 to 2.07 larvae per leaf flush before application of insecticides. Five to 20 days after treatment, the treatments Danitol, Provado, and Calypso had less larvae alive than on the untreated control or on the Proclaim, Proclaim + oil and Spintor treated trees. However, the actual number of larvae killed by either insecticide was not significantly different from the control 20 days after the first treatment and 13 days after the second treatment. More larvae were parasitized on the untreated control trees than on trees treated with either of the insecticides. No phytotoxicity was observed after any of the spray treatments.

CONCLUSIONS

Epimeces detexta, *E. matronaria*, *O. vesulia trasnponens* feed in avocado leaves in Florida and occasionally damage young fruit. Looper infestations appear to be somewhat seasonal and more severe in spring and summer, generally becoming less of a problem in autumn and winter. The adult *E. detexta* is short lived, and mates and oviposits soon after emergence from the pupa. Native natural enemies of *E. detexta* include the predators *Calleida decora* and *Podisus maculiventris*. *Parapanteles* sp., and *Trichospilus diatraeae* are natural enemies of *E. matronaria*, *A. defectaria* and *O. vesulia trasnponens*.

REFERENCES

BAILEY, J. B., AND HOFFMANN, M. P. 1979. Omnivorous looper (*Sabulodes aegrotata*) on avocados in California. University of California, Cooperative Extension Service, Berkeley, 3 pp.

WYSOKI, M., VAN DEN BERG, M., ISH-AM, G., GAZIT, S., PEÑA, J. E., AND WAITE, G. 2002. Pests and pollinators of Avocado. In: J. E. Peña, J. Sharp and M. Wyzoki, eds. Tropical fruit pests and pollinators. CAB International, Wallingford, UK. 430 p.

Table 1. Life Cycle of *Epimeces detexta*

Egg	Larvae	Pupae	Adult	Total Life Cycle
Days ± SE	Days ± SE	Days ± SE	Days ± SE	Days ± SE
4.69 ± 0.13	28.07 ± 4.83	9.95 ± 0.76	6.33 ± 1.20	49.04 ± 6.92

Table 2. Larval development, Head capsule of *E. detexta* reared on mature and young foliage under laboratory conditions.

Leaf Type	Sex	Variable	1st Instar	2nd Instar	3rd Instar	4th Instar	5th Instar	6th Instar	7th Instar
Mature	m	Days	4.22±0.83	2.44±0.53	2.44±0.53	2.56±0.73	2.67±0.5	3.56±0.73	4.56±0.53
		HCW*	0.30±0.03	0.48±0.02	0.74±0.37	1.06±0.06	1.55±0.05	2.24±0.09	3.15±0.12
		LAC**	—***	—	0.86±0.17	1.31±0.29	4.68±0.84	20.95±3.89	95.01±17.99
f	f	Days	3.14±0.38	2.86±0.69	2.57±0.53	2.00±0.00	3.14±0.90	3.86±0.69	5.71±0.76
		HCW	0.30±0.01	0.48±0.02	0.76±0.33	1.11±0.06	1.63±0.06	2.39±0.54	3.35±0.10
		LAC	—	—	0.94±0.23	1.43±0.23	6.83±0.84	25.62±3.98	118.86±20.08
m	m	Days	3.30±0.70	1.87±0.46	1.96±0.47	2.14±0.71	3.00±0.87	4.41±1.01	4.60±0.55
		HCW	0.30±0.06	0.50±0.01	0.82±0.02	1.25±0.07	1.92±0.15	2.89±0.23	3.25±0.13
		f	Days	4.00±0.97	1.89±0.58	2.22±0.94	2.44±0.63	2.88±0.96	4.12±1.79	5.09±1.37
		HCW	0.30±0.01	0.50±0.02	0.80±0.06	1.24±0.07	1.82±0.20	2.63±0.36	3.38±0.15

* HCW = Head capsule width m= male

** LAC = Leaf area consumed (cms) f= female

*** Leaf consumption was not recorded.

Table 3. Insecticides tested for control of *Caloptilia perseae*

Insecticide	Dose/Acre
Danitol 2.4EC	16 oz
Provado 1.6	5.30 oz
Proclaim	4.8 oz
Spintor 2SC	10 oz
Calypso	80 g
Petroleum Oil 435-66	1%
Untreated Control	—

Table 4. Average *Caloptilia* larvae alive before [Day 0] and after application of insecticides

Treatment	Day 0	Day 5	Day 12 = 5 d after second spray	Day 20 = 13 d after second spray
Control	2.12 a	2.10 a	1.39 a	2.77 a
Danitol 2.4EC	1.89 a	0.46 c	0.00 c	0.00 d
Provado 1.6	1.78 a	0.80 bc	0.04 c	0.29 cd
Proclaim	1.99 a	1.41 ab	0.42 b	2.32 ab
Proclaim + oil	2.73 a	1.17 bc	0.01 c	1.21 bcd
Spintor2SC	1.90 a	1.58 ab	0.15 bc	1.55 abc
Calypso	1.71 a	0.49 c	0.01 c	0.52 cd
p<	0.1952	0.0021	0.0001	0.0001

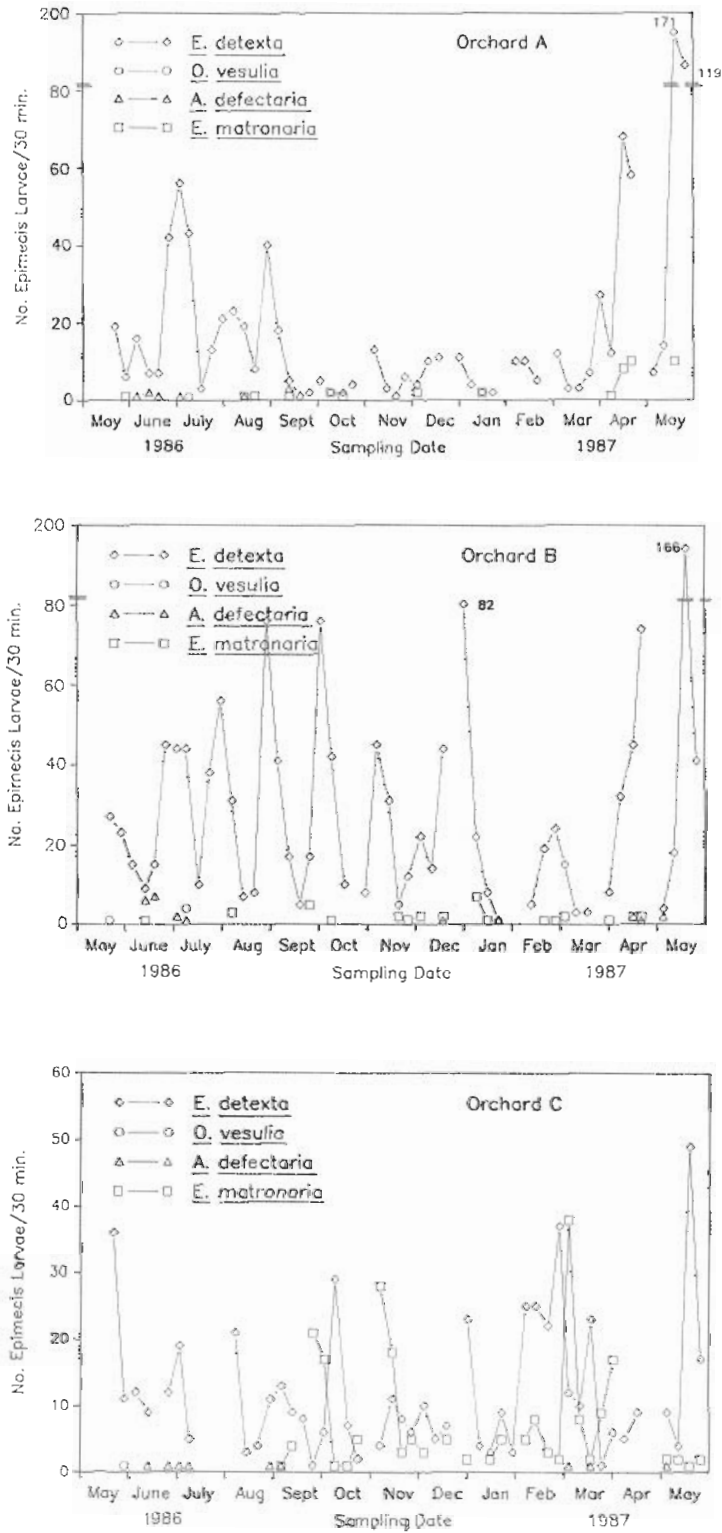
Table 5. Average *Caloptilia* larvae dead before [Day 0] and after application of insecticides

	Day 0	Day 5	Day 12 = 5 d after second spray	Day 20 = 13 d after second spray
Control	0.031	0.078 b	0.064 a	0.048 b
Danitol	0.042	0.696 a	0.000 a	0.000 b
Provado	0.009	0.649 a	0.094 a	0.017 b
Proclaim	0.000	0.423 ab	0.102 a	0.222 a
Proclaim + oil	0.000	0.544 ab	0.100 a	0.073 b
Spintor	0.020	0.582 ab	0.174 a	0.033 b
Calypso	0.034	0.362 ab	0.000 a	0.000 b
p<	0.6754	0.0828	0.1816	0.0087

Table 6. - Average *Caloptilia* larvae parasitized before [Day 0] and after application of insecticides

	Day 0	Day 5	Day 12 = 5 d after second spray	Day 20 = 13 d after second spray
Control	-	0.059	0.416 a	0.461 a
Danitol	-	0.000	0.000 b	0.000 b
Provado	-	0.090	0.058 b	0.022 b
Proclaim	-	0.036	0.027 b	0.000 b
Proclaim + oil	-	0.022	0.025 b	0.000 b
Spintor	-	0.065	0.000 b	0.033 b
Calypso	-	0.070	0.000 b	0.026 b
p<	-	0.5864	0.0001	0.0001

Fig. 3. Population dynamics of avocado loopers in avocado orchards A, B, C, Homestead, Florida, USA



DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO PARA *OLIGONYCHUS PUNICAE* Y *O. PERSEAE* (ACARI: TETRANYCHIDAE) EN AGUACATE CV. HASS

O. Morales-Galvan¹, H. Bravo-Mojica¹, J. López-Collado², H. González-Hernández¹ Y A. Villegas-Monter¹.

¹ Colegio de Postgraduados. Carr. México-Texcoco, km 35.5, Montecillo, Estado de México. 56230. osgalvan@colpos.mx, bravoh@colpos.mx, hgzzhdz@colpos.mx

² Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados. lopezco@colpos.mx

RESUMEN

Se propone un plan de muestreo por etapas considerando como unidades primarias a los árboles y secundarias a las hojas. La relación entre la varianza y la media se obtuvo mediante la ley de la potencia de Taylor, obteniéndose que ambas especies de ácaros plaga presentan un arreglo en agregados dentro y entre árboles. Por otra parte se observó una varianza más alta dentro de los árboles que entre éstos. Mediante la metodología empleada se determinó que para estimar la media de *O. punicae*, con una confiabilidad de 80% y una precisión relativa de 0.25, se requiere examinar 120 hojas en 12 árboles; mientras que para *O. perseae* se requieren 170 hojas de 17 árboles. Mediante la validación de dicho plan de muestreo se obtuvo una precisión cercana y dentro del nivel establecido ($D=0.25$) lo cual según diversos autores se considera suficiente para la mayoría de los programas de muestreo.

Palabras Clave: binomial negativa, ley de la potencia de Taylor, muestreo, disposición espacial

INTRODUCCIÓN

O. punicae es una plaga importante del aguacate en México, ya que en densidades de alrededor de 300 ácaros por hoja ocasionan un bronceado de hojas y defoliación parcial, mientras que en densidades menores ocasionan sólo puntuaciones ligeras. Sin embargo, la defoliación puede ocurrir a densidades menores, cuando se presentan 70 hembras adultas por hoja durante periodos cortos o cuando se tienen por varias semanas 50 hembras adultas por hoja (Sances *et al.*, 1982).

Por su parte, *O. perseae* al alimentarse del envés de las hojas consume el contenido de las células y un pequeño remanente del mismo se coagula formando una masa necrótica amarillenta; inicialmente son afectadas solamente las células del parénquima esponjoso, después el daño avanza hacia las células del mesófilo y en menor grado al parénquima empalizado. Cuando se presentan densidades entre 100 y 500 ácaros de esta especie por hoja, el árbol puede sufrir una defoliación parcial (Aponte y McMurtry, 1997).

Debido a la importancia de ambas plagas es importante disponer de un método de muestreo adecuado, en términos de precisión y costo, para monitorear ambas poblaciones de ácaros cuando sea requerido. Sabelis (1985) menciona que el muestreo estratificado aleatorio puede ser una poderosa herramienta para reducir el tamaño de muestra sin disminuir la precisión del mismo.

El conteo absoluto es un método común que se ha utilizado ampliamente en investigación, éste consiste en el conteo total de los individuos por unidad de muestra. El diseño del muestreo depende de la disposición espacial que presentan los organismos, por lo cual se hace uso de modelos probabilísticos para representar el arreglo espacial de las poblaciones. En el caso de ácaros se observa generalmente una disposición espacial en agregados, lo cual origina variaciones mayores (Cochran, 1963; Sabelis, 1985). Este tipo de disposición de contagio puede ser representada por alguna distribución derivada de la ley de Poisson, de las cuales destaca la distribución binomial negativa por adaptarse a una gran cantidad de fenómenos biológicos (Rojas, 1964). Cuando no se conoce la distribución matemática de la misma, se puede utilizar la Ley de la potencia de Taylor, la cual establece una relación entre la media de la población y la varianza con la siguiente expresión $S^2 = am^b$ (Ruiz y Uribe, 2000; Taylor 1961). Donde el coeficiente a es un factor de escala relacionado al tamaño de muestra, mientras que b es el índice de agregación característico de cada especie. Cuando $b = 1$ la disposición es aleatoria, $b > 1$ agregado, $b < 1$ el arreglo es uniforme (Davis, 1994; Southwood, 1978).

MATERIAL Y MÉTODOS

Huerto experimental. Las muestras se obtuvieron durante 2002 de un huerto de aguacate (*Persea americana*) cv. Hass de ocho años de edad, dentro del Campo Experimental del Centro de Investigación Científica y Tecnológica del Aguacate del Estado de México (CICTAMEX) ubicado en Coatepec Harinas, México (18°55', 99°44', 2278 msnm).

Muestreo y colecta de datos. Los muestreos se realizaron durante un año a intervalos de dos semanas, en cada muestreo se seleccionaron al azar 11 árboles, de cada uno se recolectaron 10 hojas (en total 110 hojas por muestreo). En el laboratorio se determinó el número de formas móviles de ambas especies de ácaros, bajo un diseño de muestreo por estratos, considerando como unidades primarias a los árboles y secundarias a las hojas.

Análisis de datos. Para cada fecha de muestreo se realizó un análisis de varianza (ANOVA) considerando como variable aleatoria el número de formas móviles y la independiente, los árboles. La varianza dentro del árbol δ^2_w corresponde al cuadrado medio del error, mientras que la varianza entre árboles δ^2_a se calculó con la fórmula $\delta^2_a = (CMm - CMe/M)$, donde CMm es el cuadrado medio del modelo; CMe es el Cuadrado medio del error y M es el número de unidades primarias muestreadas.

Para estimar los parámetros del modelo de Taylor, a y b , se realizó una regresión lineal simple con los datos transformados a \log_{10} , de tal forma que la ecuación es $\log S^2 = \log(a) + b \log(\bar{Y}_{..})$, donde $\bar{Y}_{..}$ es la media. Los valores del intercepto se transformaron al antilogaritmo, obteniéndose de esta forma los parámetros a_a y a_w del modelo de Taylor. El cálculo de los parámetros de cada muestra y las regresiones lineales se realizaron con el programa Biostat (ver 1.08, López Collado J.).

Disposición espacial. Mediante la Ley de la potencia de Taylor se estableció la relación entre la media y varianza, los parámetros a y b se calcularon por regresión; se utilizó el valor de b para definir el tipo de disposición espacial entre y dentro de árboles (Southwood, 1978).

Tamaño de muestra. El tamaño de muestra (n) se obtuvo en términos de la precisión relativa (0.25) y una confiabilidad de 90%, mediante la expresión (López, 2002):

$$n = \left(\frac{t_{\alpha/2, n-1}}{DY_{..}} \right)^2 \left[\frac{S_w^2}{m} + S_a^2 \right]$$

donde

t : valor de Student

$\bar{Y}_{..}$: media muestral

m : media

S_w^2 : varianza dentro árboles

S_a^2 : varianza entre árboles

D : precisión relativa.

Validación del plan de muestreo

Adicionalmente, a los muestreos realizados para diseñar el plan de muestreo, se realizaron seis muestreos en los cuales se determinó la precisión como una fracción de la media, en cada uno se consideró el tamaño de muestra estimado para cada especie. La precisión se calculó con la siguiente fórmula (López, 2002):

Donde:

$$D = \frac{\sqrt{\frac{S_w^2}{nm} + \frac{S_a^2}{n}}}{\bar{Y}_{..}}$$

$\bar{Y}_{..}$: media muestral

n : número de árboles muestreados

m : número de hojas por árbol

S_w^2 : varianza dentro del árbol

S_a^2 : varianza entre árboles

D : precisión relativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disposición espacial. Mediante estos muestreos se determinó que para los registros de las formas móviles se obtuvo un buen ajuste del modelo de Taylor, con una $r^2=0.9466$ para *O. punicae* y una $r^2=0.9484$ para *O. perseae* (Figura 1).

Dentro y entre árboles se observó una disposición en agregados, para ambas especies de ácaros, siendo mayor el contagio entre árboles que dentro del mismo árbol, en todos los casos el valor de b fue significativamente diferente a cero (Cuadro 1).

Tamaño de muestra Para estimar a la media con una confiabilidad de 80% y precisión de 0.25, se tienen que tomar 120 hojas en 12 árboles para el caso de *O. punicae*. En el caso de *O. perseae* es necesario examinar 170 hojas en 17 árboles.

Validación del plan de muestreo. En la mayoría de los muestreos, el estimador de precisión (D) estuvo por debajo o muy cerca del nivel establecido (0.25), salvo en los muestreos del 4 de enero y 15 de marzo de 2003 para *O. perseae* donde el valor es mayor (Cuadro 2). A partir de lo anterior, el plan de muestreo presentado se puede utilizar para el monitoreo de las poblaciones de ácaros, pues en términos generales, su precisión para ambas especies es cercano a 0.25, lo cual según Southwood (1978) puede considerarse suficiente para la mayoría de los programas de muestreo.

Por otra parte, la varianza entre árboles fue menor que la observada dentro de éstos (Cuadro 2) lo cual contrasta a lo reportado por Croft et al. (1976) quienes indican que en el caso de ácaros por lo general se observa una mayor variabilidad entre árboles que dentro del mismo árbol, debido a la limitada dispersión los ácaros entre árboles.

Para un valor fijo de confiabilidad, el valor de la precisión se relaciona directamente con la media, de tal forma que ambas se incrementan o disminuyen conjuntamente (Figura 2). Lo anterior se debe a que la precisión se definió en términos de una fracción de la media (Buntin, 1994). Por lo cual se espera que cuando las densidades de las poblaciones sean más altas, se tenga una mayor precisión en la estimación de la media poblacional.

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud al CICTAMEX - Fundación Salvador Sánchez Colín por su colaboración para la realización del presente trabajo. Además, se agradece la asesoría del Dr. Basilio Rojas Martínez del Colegio de Postgraduados.

LITERATURA CITADA

APONTE, A. AND A. MC MURTRY J. 1997. Damage on 'Hass' avocado leaves, webbing and nesting behaviour of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). Exp. Appl. Acar. 21: 265 - 272.

BUNTIN, G. D. 1994. Developing a primary sampling program. pp. 99-115. In: Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. Larry P. Pedigo (edit). CRC Press.

COCHRAN, W. G. 1977. Sampling techniques. 3^a edition. John Wiley & Sons. 448 p.

CROFT, S., M. WELCH AND M. J. DOVER. 1976. Dispersion statistics and sample size estimates for populations of the mite species *Panonychus ulmi* and *Amblyseius fallacis* on apple. Environ. Entomol. 5: 227-234.

DAVIS, M. P. 1994. Statistics for describing populations. pp. 33-53. *In: Handbook of Sampling Methods for Arthropods en Agriculture.* Pedigo p. L. and Buntin G. D. (Eds). CRC Press, Inc.

LÓPEZ C. J. 2002. Principios del muestreo fitosanitario. Campus Veracruz - Colegio de Postgraduados. 15 p.

ROJAS, B. A. La binomial negativa y la estimación de intensidad de plagas en el suelo. *Fit. Lat.* 1: 27-36.

RUIZ, R., AND T. P. URIBE. 2000. The effect of sample size and spatial scale on Taylor's power law parameters for the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae). *Trop. Agric.* 77 (4): 249-261.

SANCES F. V., N. TOSCANO C., M. HOFFMANN P., L. LAPRÉ F., M. JOHNSON W. AND J. BAILEY B. 1982. Physiological responses of avocado brown mite feeding injury. *Environ. Entomol.* 11: 516-518.

SABELIS, M. W. 1985. Sampling Techniques. Pp. 337-350. *In: Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control.* Vol. 1B. W. Helle and M. W. Sabelis (eds.). Elsevier. The Netherlands.

SOUTHWOOD T. R. E. 1978. *Ecological Methods. With particular reference to the study of insect populations.* Chapman and Hall. London.

TAYLOR, L. R. 1961. Aggregation, variance and mean. *Nature* 18: 732-735.

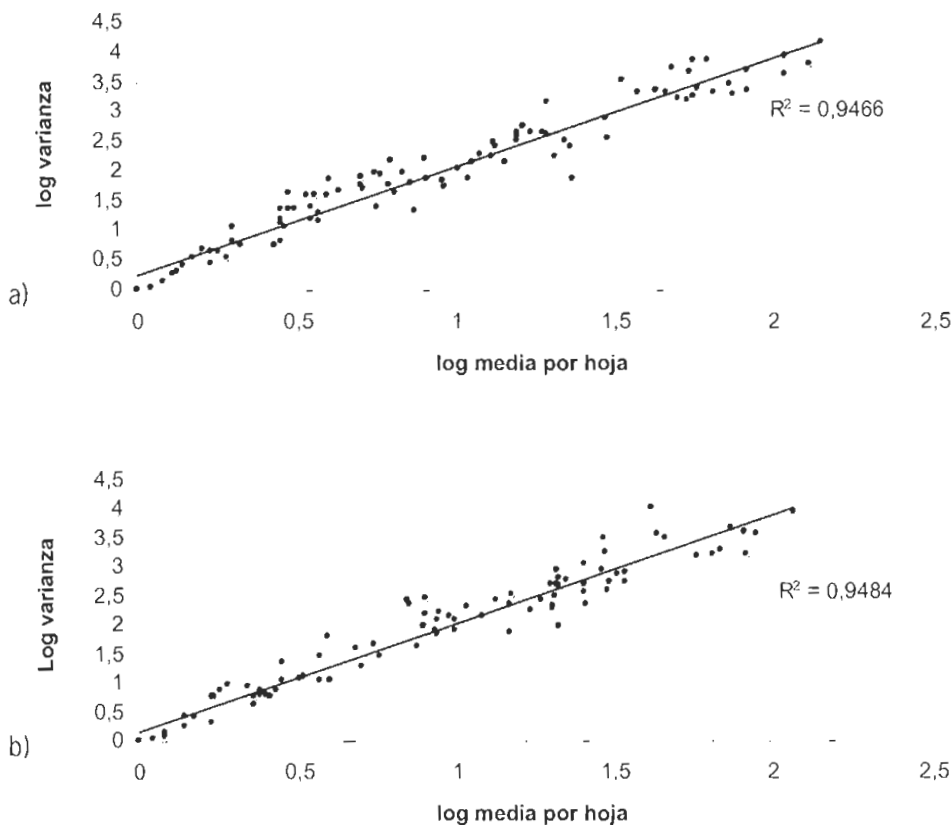


Figura 1. Ajuste de la ley de la potencia de Taylor para los registros de formas móviles de ácaros en aguacate. a) *Oligonychus punicae*, b) *Oligonychus perseae*.

Cuadro 1. Índices de dispersión para dos especies de ácaros plaga del aguacate, muestreo por etapas.

Especie	Estrato	Valor de b	Disposición	P-value (1 g.l.)
Oligonychus punicae	Entre árboles	2.234	Agregados	0.00009
	Dentro de árboles	1.405	Agregados	0.0001
Oligonychus perseae	Entre árboles	2.222	Agregados	0.0003
	Dentro de árboles	1.745	Agregados	0.0000

Cuadro 2. Precisión relativa y parámetros de seis muestreos para el monitoreo de *O. punicae* y *O. perseae* en aguacate cv. Hass en Coatepec Harinas, México.

Fecha	Parámetros	<i>O. punicae</i>	<i>O. perseae</i>
21-12-02	S2 entre árboles	0.458	0.114
	S2 dentro del árbol	19.54	10.640
	Media	1.59	1.2
	Precisión relativa (D)	0.28	0.22
04-01-03	S2 entre árboles	0.0657	2.248
	S2 dentro del árbol	15.516	17.362
	Media	1.245	1.327
	Precisión relativa (D)	0.29	0.36
15-03-03	S2 entre árboles	0.96	0.345
	S2 dentro del árbol	20.29	10.368
	Media	2.29	0.780
	Precisión relativa (D)	0.22	0.36
13-04-03	S2 entre árboles	39.29	256.45
	S2 dentro del árbol	344.22	633.37
	Media	8.12	18.55
	Precisión relativa (D)	0.30	0.234
27-04-03	S2a entre árboles	34.12	268.72
	S2w dentro del árbol	130.31	734.96
	Media	11.854	26.173
	Precisión relativa (D)	0.1672	0.1714

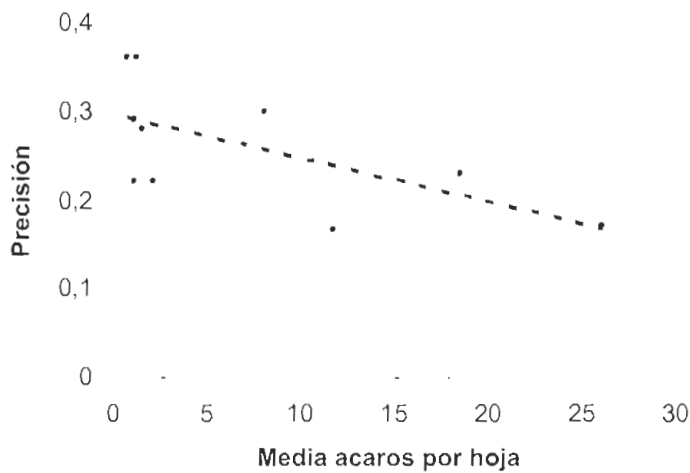


Figura 2. Relación entre las medias de ácaros por hoja y la precisión de la estimación de la media poblacional (D).

DIFFERENTIAL SUSCEPTIBILITY OF AVOCADO CULTIVARS TO FRUITSPOTTING BUGS, *AMBLYPELTA* SPP. (HEMIPTERA: COREIDAE)

GK Waite¹, K. Webb² and M. Webb²

¹Agency for Food and Fibre Sciences, Horticulture Institute, Maroochy Research Station, PO Box 5083 SCMC, Nambour 4560, Queensland, Australia.
email: geoff.waite@dpi.qld.gov.au

²“Hebron Grove”, Taintons Road, Woombye 4559, Queensland, Australia

ABSTRACT

Fruitspotting bugs are the major pests of avocados grown in Queensland, Australia. They feed on the fruit, which usually cracks, resulting in significant losses. Regular insecticide sprays are required to limit the damage. Thin-skinned cultivars have traditionally been considered to be more susceptible to the bugs because feeding damage is expressed on the thin skins as severe cracks and craters. The damage is thus more visible than it is in the thick-skinned cultivars, which often do not crack but form ‘blind stings’ that are easily overlooked. The bugs are difficult to detect in the trees and monitoring for their activity must be on the basis of damage to the fruit. Data obtained from a sprayed commercial orchard and from an unsprayed experimental block indicate that fruitspotting bugs prefer the thin-skinned cultivars of Fuerte and Wurtz to the thick-skinned cultivars of Hass and Sharwil. Pinkerton appears to be an exception for although it has a medium-thick skin, it was the first to be attacked, possibly because it set fruit earliest, and the damage inflicted was severe.

In the sprayed commercial orchard, damage to Fuerte (1.9%) and Wurtz (4.3%) was significantly higher than that recorded on Hass (0.04%) and Sharwil (0.03%). In the unsprayed block, damage was 68.5% on Pinkerton, 73.6% on Fuerte and 18.9% on Hass. In orchards that consist of mixed plantings that include Fuerte, Wurtz or Pinkerton, these cultivars can be used as indicator trees for monitoring fruitspotting bug activity and also as decoy trees for targeted control.

Key Words: fruitspotting bugs, avocados, thin-skinned

INTRODUCTION

Fruit spotting bugs cause serious damage to most tree fruit and nut crops grown on the east coast of Australia (Waite, 1990). They breed on many native host plants as well as a wide selection of exotic ornamentals, from which the adult bugs migrate into orchards throughout the fruiting season (Waite and Huwer, 1998). The bugs are especially attracted to fruit just after it has set and damage at this stage usually results in the fruit falling from the tree. Many crops including avocados, are susceptible from fruit set in spring through to fruit maturity in autumn. Orchards in particularly susceptible locations, which are generally in proximity to rainforest breeding areas, require frequent sprays to prevent devastating damage. Such sprays are usually of endosulfan, the use of which has been questioned on environmental grounds. On the other hand synthetic pyrethroids, which provide excellent control of the bugs, may result in increased spraying of various types of insecticide because of the disruption of beneficial insects and mites with the resulting flare of secondary pests such as mites and scales.

Research is currently focused on an investigation of the fruitspotting bug hotspot phenomenon and whether such areas of an orchard can be used for targeted monitoring and control. In conjunction with this the relative susceptibility of different avocado cultivars to fruitspotting bugs has been investigated with a view to growing the most susceptible cultivars as trap or decoy trees so that the bugs can be destroyed with minimal effort and cost before they disperse throughout the orchard.

MATERIALS AND METHODS

Various known fruitspotting bug hosts were considered for assessment as possible trap trees for the purpose of monitoring and control. The increasingly popular ornamental plant, orange jessamine, *Murraya paniculata*, is very attractive to both species of fruitspotting bug. However, fruit needs to be present on the plants to attract bugs and individual plants fruit inconsistently. Moreover, on the Sunshine Coast of Queensland at least, *Murraya* does not carry a significant fruit load after October and so, although it is very attractive to adult bugs in spring and may act as a local focal point for early season breeding, it does not attract bugs for the major part of the avocado season. The most consistently attractive and convenient bug host would be an avocado cultivar that is more attractive to the bugs than are others, and in which the damage is easily detected as it is inflicted. Fuerte is an obvious candidate for this role along with Pinkerton and Wurtz. Fuerte trees were closely monitored in a commercial orchard at Woombye, and fruitspotting bug damage was compared with that on Hass, Wurtz and Sharwil. At Maroochy Research Station Fuerte, Pinkerton and Hass were compared for the timing and intensity of fruitspotting bug attack. The number of fruit that showed fruitspotting bug damage on datum trees was recorded. On the final assessment date, the total number of fruit on the trees was counted, in addition to fruitspotting bug damaged fruit.

RESULTS AND DISCUSSION

At Woombye, observations of damage to the fruit indicated that Fuerte did indeed suffer much more damage than Sharwil or Hass, and although the damage was also easier to see on the thin-skinned Fuerte, the difference was real and not just apparent. Wurtz fruit tended not to show bug damage clearly, and it was manifest at harvest mostly as smooth dimples rather than the cracks or craters that develop in Fuerte. A row of Wurtz trees immediately adjacent to a stand of wild guavas proved to be a major hotspot in this orchard. Assessment at harvest showed that damage to Fuerte (1.9%) and Wurtz (4.3%) was significantly higher than that recorded on Hass (0.04%) and Sharwil (0.03%).

In the mixed, unsprayed orchard at Maroochy Research Station, Pinkerton was the first to set fruit and so was the first to be attacked by bugs. Eight fruit on one of two Pinkerton trees were damaged on 8 October 2002. This increased to 23 and then 32 over the next two weeks. By 18 November the two Pinkerton trees had 102 damaged fruit while two Fuerte trees nearby had a total of 11 damaged fruit. By then the Hass fruit was at a stage that was attractive to the bugs and 15 fruit were damaged on two trees adjacent to the Pinkerton trees. As the season progressed, some of the damaged Pinkerton and Fuerte fruit developed anthracnose and fell, but it remained clear that both these cultivars suffered much greater and earlier damage from the bugs in October and November than did the other cultivars, and attack continued through January, February and March. In contrast, damage on Hass did not increase significantly after the initial period of attack in November and December (Table 1). At final assessment, mean damage was 68.5% on Pinkerton, 73.6% on Fuerte and 18.9% on Hass.

Over the past decade, avocado growers in south east Queensland have tended to remove Fuerte from their orchards because of the amount of damage that was caused by fruitspotting bugs. This damage resulted despite frequent applications of insecticidal sprays. Since the bugs will attack all cultivars, the action of removing the most attractive cultivar merely removed the distraction that Fuerte trees formerly provided, allowing the bugs direct access to cultivars such as Hass, Sharwil and Wurtz.

CONCLUSIONS

These data support the proposition that rather than culling Fuerte trees from orchards because of their susceptibility to fruitspotting bugs, they should be retained precisely for that reason as indicator/trap trees, and to act as a decoy for the pests to reduce the damage that might be inflicted on the more highly regarded cultivars.

Acknowledgements

This project is supported by the Australian Avocado Growers' Association and Horticulture Australia Limited.

REFERENCES

WAITE, G.K. 1990. *Amblypelta* spp. (Hemiptera:Coreidae) and green fruit drop in lychees. Tropical Pest Management. **36(4)**:353-355.

WAITE, G.K. AND HUWER, R.K. 1998. Host plants of the fruitspotting bugs *Amblypelta nitida* Stål and *Amblyseius lutescens lutescens* (Distant) (Hemiptera:Coreidae) and their role in the bugs' ecology. Australian Journal of Entomology. **37(4)**:340-349.

Table 1: Maroochy Research Station fruitspotting bug trap tree assessment, 2002- 03.

Number of damaged fruit per tree. All trees were un-sprayed – no insecticides or fungicides applied.

Date	Pinkerton 1	Pinkerton 2	Fuerte 1	Fuerte 2	Hass 1	Hass 2	Hass 3
8 Oct.	8	0	0	0	0	0	0
14 Oct.	23	0	0	4	0	0	0
21 Oct.	32	0	0	4	0	0	0
4 Nov.	51	5	4	4	0	0	0
18 Nov.	74	18	8	4	0	6	9
29 Nov.	124	63	14	8	8	22	11
10 Dec.	124	63	48	14	8	22	11
24 Dec.	124	63	48	14	8	25	21
7 Jan.	124	72	14*	30*	8	31	44

Final assessment – 2 April 2003

Total fruitspotting bug damaged fruit on each tree

138	88	56	169	11	31	44
-----	----	----	-----	----	----	----

Total fruit on each tree

168	160	104	181	90	151	182
-----	-----	-----	-----	----	-----	-----

Percent fruitspotting bug damage on each tree

82.1	55.0	53.8	93.4	12.2	20.5	24.2
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

* the trees were unsprayed and severe anthracnose infection resulted in significant fruit drop

ENSAYOS DE CONTROL BIOLÓGICO DE LA PODREDUMBRE BLANCA DEL AGUACATE.

D. Ruano-Rosa, L. Moral Del-Navarrete, L y C. J. López-Herrera

**Instituto de Agricultura Sostenible., C.S.I.C. Apdo 4084, 14080 Córdoba. España.
Correo electrónico: lherrera@cica.es**

RESUMEN

Se ha estudiado la efectividad de 8 aislados masales de *Trichoderma* como agentes de control biológico en la podredumbre blanca del aguacate causada por *Rosellinia necatrix*. Para ello se han inoculado dichos aislados una sola vez (Experimento 1) y dos veces (Experimento 2), y un aislado muy virulento del patógeno, en plantas de aguacate procedentes de cultivo de embriones *in vitro*, de 3 y 7 meses de edad. Se han evaluado, el progreso epidémico de la enfermedad, el nivel de población de *Trichoderma* en suelo y en el rizoplaneo de la planta. En las plantas con menor edad no se pudieron diferenciar los tratamientos entre sí y no se obtuvo control de la enfermedad por ninguno de los aislados del antagonista ensayados. En las plantas de más edad se diferenciaron los aislados, CH 255 y CH 316, como potenciales antagonistas en el control de la enfermedad.

Palabras Clave: Antagonismo, *Persea americana*, *Rosellinia necatrix*, *Trichoderma* sp.

INTRODUCCIÓN

La podredumbre blanca (PB), causada por *Rosellinia necatrix* Prillieux (anamorfo *Dematophora necatrix* Hartig), es una de las principales enfermedades en árboles de aguacate (*Persea americana*) en el área de la costa del Sur de España (López-Herrera, 1989). El hongo invade el sistema radicular del árbol mediante un micelio blanco en forma de abanico, causando clorosis, marchitez, y defoliación en algunos casos, que en condiciones ambientales óptimas, puede dar lugar a una muerte rápida. El control químico de PB de aguacate no ha tenido mucho éxito hasta la fecha (López Herrera, *et al.*, 1996), mientras que se han obtenido mejores resultados del control de la enfermedad con la solarización de suelos infestados (López Herrera *et al.*, 1998).

Los problemas y limitaciones del control de enfermedades fúngicas mediante el uso de fungicidas hacen que el control biológico de los hongos fitopatógenos se presente como un método de control alternativo. Algunos autores han evaluado *Trichoderma harzianum* como agente de control de *Rosellinia necatrix* (Freeman et al., 1986). Sin embargo otros autores encuentran que la incorporación de *Trichoderma* en campo no es efectiva, pudiendo deberse esto a una aplicación inadecuada del antagonista (Sztejnberg et al., 1987).

MATERIAL Y MÉTODOS:

Se realizaron dos experimentos (1 y 2) con plantas de aguacate obtenidas por cultivo de embriones *in vitro* a partir de semillas de cv. Topa Topa (Pliego-Alfaro, 1988) ya adaptadas a las condiciones de incubación (López Herrera et al., 1992). Los hongos utilizados fueron un aislado masal muy virulento de *Rosellinia necatrix* (CH 53) y 8 aislados masales del antagonista, *Trichoderma* sp. (CH 218, CH 255, CH 256, CH 300, CH 303, CH 304, CH 314 y CH 316), seleccionados por sus buenos resultados en experimentos de cultivos duales realizados con anterioridad (Zea-Bonilla et al., 2001). El inóculo consistió en semillas de trigo colonizadas por el patógeno o antagonista, preparadas según el método descrito por Sztejnberg y Madar (1980).

Experimento 1.-

Cada maceta, conteniendo un sustrato no estéril de fibra de coco, turba y perlita y una planta de aguacate de tres meses de edad, se inoculó incorporando al suelo 2.5 gramos de trigo colonizado con *Trichoderma* (10^9 esporas/litro suelo). Transcurridos 10 días se inoculó con 0.18 g de trigo colonizado por *R. necatrix* por maceta (0.75 g/l de suelo).

Experimento 2.-

Se inocularon dos veces con un intervalo de 4 meses, plantas de 7 meses de edad, con 7.5 g de trigo colonizado por *Trichoderma* para cada maceta (10^9 esporas/litro suelo). Transcurridos 10 días desde la segunda inoculación del antagonista, se inoculó con 0.54 g de trigo colonizado por *R. necatrix* por maceta. (0.75 g/l de suelo). Las inoculaciones se realizaron del mismo modo que en el primer experimento.

Durante el desarrollo de los experimentos se evaluaron los siguientes parámetros:

- Lectura de síntomas aéreos: Según la escala 0 a 5, 0 =planta sana, 5 =planta muerta. Con estos datos se calculó para cada una de las 5 repeticiones de cada tratamiento el área bajo la curva de progreso de la enfermedad estandarizada (ABCPES), y se clasificaron los distintos tratamientos mediante un análisis de varianza y comparación de medias de las ABCPES (Campbell y Madden, 1990).

- Cuantificación de *Trichoderma* sp. en suelo. Se determinó en cada experimento la cuantificación del número de propágulos de *Trichoderma* sp. en extracciones de suelo infestado a los 15, 30 y 45 días desde de la última inoculación con el antagonista, utilizando el método descrito por Askew y Laing (1993). Para los distintos tratamientos se calculó el Área Bajo la Curva del Progreso de nivel de ufc/ g de suelo en el periodo en que se realizaron las extracciones (15-45 días), para comparar mediante un análisis de varianza la evolución del nivel de *Trichoderma* en suelo.

Al finalizar el experimento se evaluó:

- Cuantificación de *Trichoderma* existente en el rizoplaneo, utilizando la metodología de Melo et al (1997). Los datos del nivel de población *Trichoderma* obtenidos como ufc/g de raíz se analizaron mediante un análisis de varianza para diferenciar entre sí los diferentes tratamientos ensayados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer experimento, el progreso epidémico de la enfermedad puso de manifiesto la muerte de casi todas las plantas inoculadas con el patógeno y antagonista a los 35 días de la inoculación (Fig.1) y analizando el ABCPES, no se observaron diferencias significativas entre los diferentes aislados del antagonista utilizados (Tabla 1).

En el segundo experimento, cuando las plantas fueron inoculadas dos veces con el antagonista con una diferencia de cuatro meses, y posteriormente con el patógeno, el progreso epidémico de la enfermedad (Fig. 2) y su posterior valoración mediante el ABCPES (Tabla 1), estableció diferencias significativas entre los tratamientos. Esto sugiere que la inoculación con *R. necatrix* es conveniente realizarla en plantas de más edad, a la vez que mantener una población activa del antagonista con aplicaciones continuadas del patógeno para poder diferenciar la efectividad de los aislados de *Trichoderma* ensayados como agentes de control biológico.

Los aislados de *Trichoderma* que ejercieron un mejor control sobre la enfermedad fueron CH 255 y CH 316, presentándose ambos con todas las plantas sanas, el CH 303 presentó un 30% de plantas muertas y el resto de los aislados más 30% de plantas muertas y no diferenciándose significativamente con el testigo inoculado con el patógeno (Tabla 1).

Los resultados obtenidos en cuanto a la cuantificación del antagonista en suelo a lo largo del primer experimento analizados por el ABCPES, pusieron de manifiesto que los tratamientos con los aislados CH 314 y CH 255 presentaron los mayores niveles de población en suelo. Para el segundo experimento se presentaron con mayores niveles de población en suelo, el CH 218.

Aunque todos los aislados de *Trichoderma* ensayados fueron capaces de colonizar el rizoplano, de las plantas inoculadas, sus niveles en él fueron muy diferentes. El aislado CH 218 presentó el más alto nivel y en segundo lugar el CH 255 para el primer experimento. En el segundo se presentaron como máximos CH 218, CH 314, CH 304, CH 300.

En el tratamiento con el aislado CH 255, su nivel en suelo descendió en el primer experimento desde 379×10^5 , hasta 149×10^5 ufc/g de suelo cuando se inoculó el suelo. Presentó uno de los niveles más altos en el rizoplano del orden de 10317 ufc/g de raíz. En el segundo experimento en el cual este aislado ejerció un total control de la enfermedad su nivel en suelo descendió desde 383×10^5 hasta 41×10^5 ufc/g de suelo cuando se inoculó el suelo con el patógeno, quizás como un resultado de control de la enfermedad y su nivel en el rizoplano fue bajo con respecto al testigo y del orden de 1824 ufc/g de raíz.

En estos experimentos no se ha podido obtener una correlación entre la posible acción antagonista de algunos aislados como el CH 255 y CH 316 en el control de la enfermedad y sus niveles de población en el suelo o en el rizoplano. Es de interés de destacar el alto nivel de propágulos del aislado CH 218 tanto en suelo inoculado como no inoculado y en el rizoplano, aunque no consiguió controlar la enfermedad, quizás por su falta de capacidad antagonista, aunque sus niveles de población fueron los más elevados.

Debido a la gran capacidad de colonización del suelo y rizoplano, así como su capacidad de control en el desarrollo de la enfermedad, podemos pues considerar principalmente al aislado CH 255 y en un segundo lugar al CH 316, procedentes ambos de árboles escape a la enfermedad, como potenciales antagonistas en el control de la PB del aguacate. Éstos serían susceptibles de ser utilizados, como aislados monoconídicos para evitar su esperada variabilidad en su acción antagonista, y también sería conveniente la utilización de combinaciones de aislados de probada efectividad para potenciar su efecto antagonista sobre el patógeno (Lorito *et al.*, 1996).

BIBLIOGRAFÍA

- ASKEW DJ, LAING, MD 1993. An Adapted Selective Medium for the Quantitative Isolation of *Trichoderma* Species. *Plant Pathology* 42: 686-690
- FREEMAN S, SZTEJNBERG A, CHET I 1986. Evaluation of *Trichoderma* as a biocontrol agent of *Rosellinia necatrix*. *Plant and Soil* 94: 163-170.
- LÓPEZ-HERRERA CJ 1989. Podredumbres radiculares del aguacate en la Costa del Sol. Años 1987-88. En *Estudios de Fitopatología* (J. del Moral, ed.): 172-176. SEF/DGIEA, Badajoz.
- LÓPEZ-HERRERA CJ, GARCÍA-VERDUGO JC, PÉREZ-JIMÉNEZ RM 1992. Un nuevo método de inoculación de plántulas de aguacate. En resúmenes del VI Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 30.
- LÓPEZ-HERRERA CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ RM, BASALLOTE-UREBA MJ, ZEA-BONILLA T, MELERO-VARA JM 1998. Soil solarization in established avocado trees for *Dematophora necatrix*. *Plant Disease* 82: 1088-1092
- LORITO M, WOO SL, D'AMBROSIO M, HARMAN GE, HAYES CK, KUBICEK CP AND SCALA F 1996. Synergistic interaction between cell wall degrading enzymes and membrane affecting compounds. *Mol. Plant Microb. Intervt.* 9: 206-213.
- MELO IS, FAULL JL, GRAEME-COOK KA 1997. Relationship between *in vitro* cellulase production of uv-induced mutants of *Trichoderma harzianum* and their bean rhizosphere competence. *Mycological Research* 101: 1389-1392
- PLIEGO-ALFARO F 1988. Development of an *in vitro* rooting bioassay using juvenile-phase stem cuttings of *Persea americana* Mill. *Journal of Horticultural Science*, 63 (2): 295-301.
- SZTEJNBERG A, MADAR Z 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit trees. *Plant Disease* 64: 662-664

Tabla 1. Área bajo la curva de progreso epidémico estandarizada (ABCPES) para los diferentes aislados de *Trichoderma* sp. ensayados.

Aislado	Experimento 1	Experimento 2
CH 218	25,69	2,32 cba*
CH 255	21,74	0,00 a
CH 256	12,60	2,39 cba
CH 300	20,37	1,21 ba
CH 303	17,38	1,06 a
CH 304	15,94	2,26 cba
CH 314	21,45	3,96 c
CH 316	23,69	0,00 a
CONTROL	13,58	3,65 cb

* Números seguidos de la misma letra no se diferencian significativamente al nivel de probabilidad ($P > 0.05$) según el test de la mínima diferencia significativa

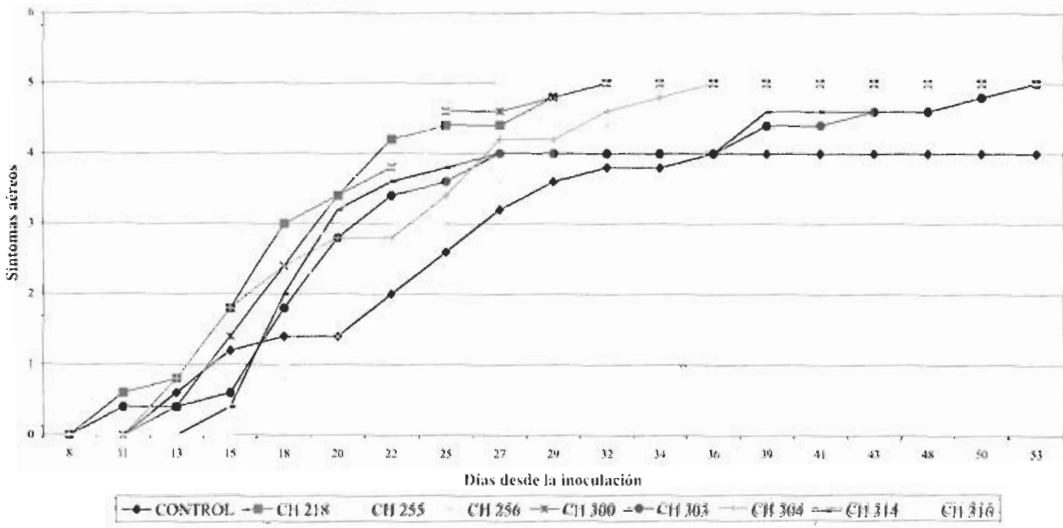


Fig. 1. Evolución de síntomas aéreos en plantas inoculadas. Experimento 1

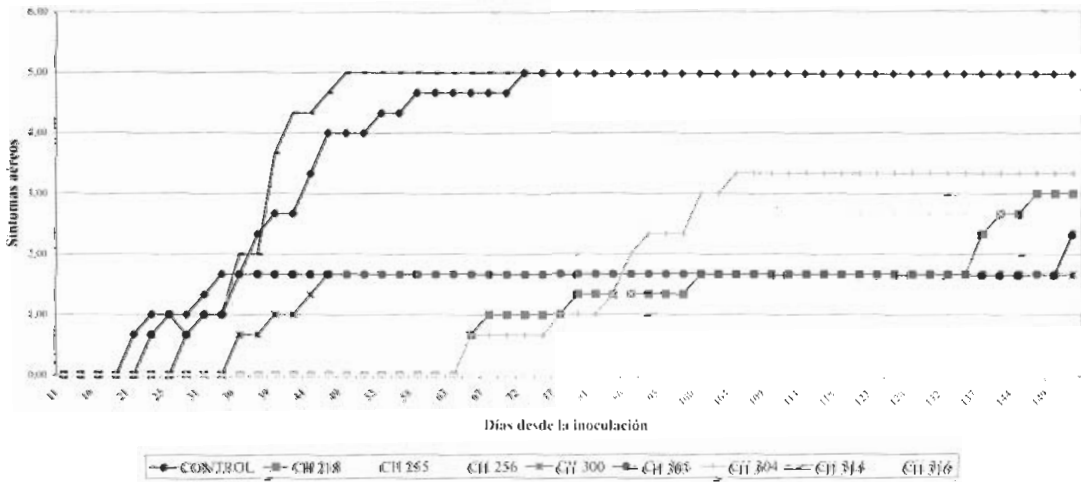


Fig. 2. Evolución de síntomas aéreos en plantas inoculadas. Experimento 2

ESTUDIO DE TEMPERATURAS DE CRECIMIENTO *IN VITRO* EN AISLADOS DE *TRICHODERMA* SP. Y DE *ROSELLINIA NECATRIX*. EVALUACIÓN DEL ANTAGONISMO MEDIANTE CULTIVOS DUALES

D. Ruano-Rosa, L. del Moral-Navarrete, C.J. López-Herrera

Instituto de Agricultura Sostenible., C.S.I.C. Apdo 4084, 14080 Córdoba. España

Correo electrónico. lherrera@cica.es

RESUMEN

Se ha estudiado las temperaturas óptimas de crecimiento *in vitro* de 8 aislados monoconídicos de *Trichoderma* sp. y 57 aislados masales de *Rosellinia necatrix*, mediante siembra en placas con PDA e incubación en oscuridad a 15°C, 20°C, 25°C y 30 °C para *R. necatrix* y a 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C y 35°C, para los aislados de *Trichoderma*, obteniéndose 25°C, como temperatura óptima de crecimiento para los distintos aislados de los dos hongos ensayados.

Asimismo se han realizado cultivos duales entre los 8 aislados del antagonista y 13 aislados representativos del patógeno, enfrentando en placa Petri los distintos aislados de ambos hongos e incubándolos a la temperatura óptima de crecimiento obtenida anteriormente. Todos los aislados del antagonista, excepto el CH-252, limitan el crecimiento del patógeno, observándose poca variación en su efecto para cada aislado del antagonista sobre el patógeno.

Palabras Clave: Antagonismo, temperatura, *Trichoderma* sp., *Rosellinia necatrix*

INTRODUCCIÓN

Rosellinia necatrix Prillieux (anamorfo *Dematophora necatrix* Hartig) es un hongo ascomiceto patógeno de suelo que produce la podredumbre blanca (PB) afectando alrededor de 170 especies en 63 géneros y 30 familias (Khan, 1959), entre las que destaca el aguacate. En el área de la costa Sur de España es una de las principales enfermedades que afecta a este cultivo (López-Herrera, 1989).

Trichoderma es un hongo comúnmente utilizado como agente de biocontrol, con el cual se han conseguido buenos resultados frente a algunos patógenos de suelo bajo condiciones experimentales (Cook and Baker, 1983). Según algunos autores, la eficacia del biocontrol realizado por *Trichoderma* está asociada con la producción de antibióticos no volátiles y otros mecanismos tales como el micoparasitismo (Prokkola, 1992), en el cual posee gran importancia la excreción por parte de *Trichoderma* de quitinasa y proteasas (García et al., 1994; Hayes et al., 1994).

Existe un gran número de factores biológicos y ambientales que dominan las interacciones entre el hongo patógeno y el antagonista, afectando al control biológico de la enfermedad. Uno de los factores ambientales de mayor importancia, en la interacción patógeno-antagonista, es la temperatura. La actividad antagonista de *Trichoderma* puede variar con la temperatura (Tronsmo y Dennis, 1978; Köhl y Schlöser, 1989). La síntesis y la actividad de los antibióticos producidos por *Trichoderma* (Howell, 1998) y la colonización de la rizosfera por algún *Trichoderma*, como es el caso de *T. hazianum* (Ahmad y Baker, 1987), se ve afectada por la temperatura. Podemos encontrar diferencias en la temperatura óptima de crecimiento de *Trichoderma* (Domsch et al., 1980), aunque a juzgar por múltiples estudios realizados en laboratorio ésta se encuentra principalmente en el rango de 25°C-30°C (Klein y Eveleigh, 1998).

Pero no solo el espectro de actividad térmica del antagonista es importante, sino que posee una gran importancia también el del patógeno. Es por ello por lo que en este trabajo se ha realizado un estudio básico de la temperatura óptima de crecimiento tanto del agente de biocontrol como del patógeno con el fin de seleccionar aislados antagonistas de *Trichoderma* sp. a *Rosellinia necatrix*, mediante cultivos duales a las temperaturas óptimas de crecimiento de ambos hongos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ensayaron 57 aislados masales de *Rosellinia necatrix*, obtenidos de raíces de árboles de aguacate en plantaciones de la costa sur de España, prospectadas entre los años 1988 y 2001. Se ensayaron también 8 aislados monoconídicos de *Trichoderma*, procedentes del rizoplano de árboles de aguacate, en su mayoría árboles escape a la PB.

Los aislados de ambos hongos se repicaron en placas Petri de 9 cm de diámetro con PDA, utilizando discos de 6 mm de diámetro e incubándose 15°C, 20°C, 25°C y 30°C para *R. necatrix* (5 repeticiones por aislado) y a 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C y 35°C para *Trichoderma* (4 repeticiones por aislado). El periodo de incubación fue de 14 días como máximo para todos los aislados. Durante los ensayos se realizaron lecturas diarias del crecimiento lineal de las colonias y los resultados se expresaron como media de las repeticiones de cada tratamiento. Para comparar el efecto de las diferentes temperaturas sobre los diferentes aislados se obtuvo el Área Bajo la Curva del Progreso de Crecimiento Estandarizado (ABCPCE) (Campbell y Madden, 1990), para las diferentes temperaturas ensayadas, considerando un periodo de 4 y 14 días para los aislados del antagonista y patógeno respectivamente.

Una vez determinada la temperatura óptima de crecimiento de ambos hongos, se realizaron ensayos de cultivos duales entre los aislados de *Trichoderma* y 13 aislados representativos de *R. necatrix*. En los cultivos duales se sembraron placas de PDA con discos miceliares de 6 mm del patógeno y antagonista a una distancia de 5 cm uno de otro. Las placas se incubaron a la temperatura óptima de crecimiento determinada anteriormente y se determinó el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (%ICR) de la colonia de *R. necatrix* en PDA mediante la fórmula de Royse y Rees (1978)

RESULTADOS

El crecimiento lineal de los aislados del antagonista se refleja en la Tabla 1 y el rango de temperaturas óptimas de crecimiento y el ABCPCE en la Tabla 2. A los 4 días de la siembra el aislado CH-252 es el que tiene mayor capacidad de crecimiento *in vitro* a todas las temperaturas ensayadas, creciendo incluso perfectamente a 35°C y el aislado CH 316 el de menor capacidad. El rango de crecimiento óptimo en la mayoría de ellos oscila entre 20-30°C, excepto el CH-296 que tiene un crecimiento óptimo restringido a 20-25°C. El CH 316 es el que tiene menor capacidad de crecimiento a cualquier temperatura.

Los aislados de *R. necatrix* ensayados crecen bien entre 15 y 25°C con un óptimo de crecimiento a 25°C. A partir de 30°C el crecimiento decrece haciéndose nulo a 35°C (Tabla 3).

Los cultivos duales descritos anteriormente se realizaron a 25°C en oscuridad y los resultados de ICR se reflejan en la Tabla 4. Todos los aislados de *Trichoderma*, excepto el aislado CH-252, ejercen inhibición sobre casi todos los aislados de *R. necatrix* ensayados en algunos casos con %ICR del orden del 35%. Para algunos aislados del antagonista (CH-101 y CH-303) se observa una inhibición similar para los diferentes aislados del patógeno, dentro de cada aislado de *Trichoderma* estudiado.

DISCUSIÓN

Los resultados del experimento indican que tanto *R. necatrix* como *Trichoderma* tienen la misma temperatura óptima de crecimiento, aspecto importante ya que en los estudios de biocontrol, el antagonista debe tener la misma temperatura óptima de crecimiento y actividad que el patógeno (Mukherjee y Raghu, 1997). Por tanto los estudios de antagonismo, mediante cultivos duales, realizados a esa temperatura han garantizando la máxima actividad por ambos hongos y han permitido una selección preliminar de los aislados del antagonista.

La similar acción que ejerce cada aislado de *Trichoderma* sobre los aislados de *R. necatrix* ensayados, denota que aquellos aislados monoconídicos seleccionados tienen un amplio espectro de acción sobre el patógeno aunque se estén ensayando aislados masales de éste que presentan una gran variabilidad dentro del mismo aislado.

Por tanto excepto el aislado CH-252, el resto de los aislados del antagonista serían susceptibles de ensayos posteriores, especialmente los aislados CH-101 y CH-303 que presentan unos aceptables ICR similares para todos los aislados del patógeno. Estos podrían considerarse en el estudio de control biológico de la enfermedad mediante inoculaciones artificiales en plantas adultas de aguacate para evaluar, su acción antagonista sobre el patógeno o determinar algún otro mecanismo de defensa de la planta a la infección por *R. necatrix*.

BIBLIOGRAFÍA

- CAMPBELL CL, MADEN LV 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. Jhon Wiley and Sons eds. Pag: 192-202.
- COOK RJ, BAKER KF 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, 539 pp.
- GARCÍA I, LORA JM, CRUZ J, BENETEZ T, LLOBELL A, PINTOR-TORO JA 1994. Cloning and characterization of a chitinase (CHIT42) cDNA from the mycoparasitic fungus *Trichoderma harzianum*. Current Genetics 24: 83-89.

HAYES CK, KLEMSDAL S, LORITO M, DI PIETRO A, PETERBAUER C, NAKAS JP, TRONSMO A, HARMAN GE 1994. Isolation and sequence of an endochitinase-encoding gene from a cDNA library of *Trichoderma harzianum*. *Gene* 138: 143-148.

HOWELL CR 1998. The role of antibiosis in biocontrol. In: Harman GE and Kubicek CP (eds) *Trichoderma & Gliocladium* Volumen 2. Taylor & Francis Ltd, London, pp 173-184.

KHAN AH 1959. Biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix* (hart.) Berll. *Biologia Lahore* 5:199-245.

KLEIN D, EVELEIGH DE 1998. Ecology of *Trichoderma*. In: Harman GE and Kubicek CP (eds) *Trichoderma & Gliocladium* Volumen 1. Taylor & Francis Ltd, London, pp 57-74.

LÓPEZ-HERRERA CJ 1989. Podredumbres radiculares del aguacate en la Costa del Sol. Años 1987-88. En *Estudios de Fitopatología* (J. del Moral, ed.): 172-176. SEF/DGIEA.

MUKHERJEE PK, RHAGU K 1997. Effect of temperature on antagonistic and biocontrol potential of *Trichoderma* sp. on *Sclerotium rolfsii*. *Mycopathologia* 139: 151-155.

ROYSE R, REES SM. 1978. The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of *Cytospora cincta*. *Phytopathology* 68: 603-607.

Tabla 3. Comparación de los diferentes aislados de *Trichoderma* sp. a las diferentes temperaturas ensayadas a los 4 días de la siembra

Aislado	Crecimiento lineal (mm)* ± DS					
	Temperatura					
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
CH 101	3.6±0.25e	8.5±0.00e	8.5±0.00b	8.5±0.00b	8.5±0.00e	1±0.09e
CH 252	2.9±0.19d	7.9±0.19d	8.5±0.00b	8.5±0.00b	8.5±0.00e	8.5±0.00e
CH 273	3.4±0.10e	8.5±0.00e	8.5±0.00b	8.5±0.00b	8.5±0.00e	0.2±0.40ba
CH 296	2±0.05e	3.7±0.09b	8.5±0.00b	8.5±0.00b	7.2±0.53b	0±0.00a
CH 303	1.6±0.03b	4.7±0.16e	8.5±0.00b	8.5±0.00b	8.5±0.00e	5.7±0.65d
CH 304-1	3±0.18d	8.5±0.00e	8.5±0.00b	8.5±0.00b	8.5±0.00e	0.9±0.03e
CH 304-2	3.4±0.16e	8.5±0.00e	8.5±0.00b	8.5±0.00b	8.5±0.00e	0.9±0.06e
CH 316	0.7±0.05a	2.4±0.09a	6.825±0.25a	6.7±0.17a	6.3±0.17a	0.5±0.30b

* Media de 4 repeticiones en la columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05) según el test de la mínima diferencia significativa; DS: desviación estándar

Tabla 2. Comportamiento de aislados de *Trichoderma* sp. a los 4 días de la siembra en PDA.

Aislados	Rango de temperatura óptima de crecimiento (°C)	APBCE*
CH 101	15-30	1.45 e
CH 252	20-35	1.56 f
CH 273	15-30	1.43 d
CH 296	20-25	1.14 b
CH 303	20-30	1.35 c
CH 304-1	15-30	1.44 ed
CH 304-2	15-30	1.44 ed
CH 316	20-30	0.91 a

* Media de 4 repeticiones en la columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de la mínima diferencia significativa.

Tabla 3. Comparación de 57 aislados masales de *R. necatrix* a diferentes temperaturas a los 14 días de la siembra en PDA

Temperatura	Rango de crecimiento lineal* (mm) \pm DS	Grupos significativos diferentes
15°C	5.38-8.5	7
20°C	4.92-8.5	5
25°C	7.68-8.5	3
30°C	0.6-0.61	29
35°C	-	-

* media de 5 repeticiones

DS: Desviación estándar

Tabla 4. Porcentaje de inhibición radial* de aislados monoconidicos de *Trichoderma* sp. ejercido sobre aislados masales *Rosellinia necatrix*

Aislados de <i>R. necatrix</i>	Aislados de <i>Trichoderma</i> sp.							
	CH 101	CH 252	CH 273	CH 296	CH 303	CH 304 1	CH 304 2	CH 316
CH 320	0a	27.3a	0a	20ab	13b	4.7a	10.7ab	9.3bcd
CH 70	24b	0cd	26.3cde	28.3ab	23.7b	24.7bc	26.3d	23.7a
CH 10	33.3b	0cd	35e	47c	0a	5a	5.3a	0cd
CH 16	24.3b	9.7bc	24.3bcd	34.7bc	14.7b	10.7ab	11ab	22.3a
CH 18	24.3b	0cd	22bcd	28.3ab	23.7b	32.7c	24.7cd	0cd
CH 52	34.7b	12.3b	31.3de	25.3ab	11.3b	27.3bc	15.7abc	18.7ab
CH 71	28.3b	0cd	27cde	15a	17.3b	22.3abc	23.3cd	13.7abc
CH 17	26b	0cd	24bcd	28.7ab	8.3b	20.3abc	24.7cd	18abc
CH 30	24b	0cd	27.7cde	24.7ab	16b	23abc	20.3bcd	14.7abc
CH 33	24b	0cd	27.3cde	25.7ab	9.3b	27.7bc	29.7d	19ab
CH 49	10a	0cd	17.3bc	25.7ab	21.3b	13ab	21.7cd	19ab
CH 12	5.3a	0cd	14.3b	19.3a	16.3b	9.3ab	8a	23.3a
CH 53	27.7b	0cd	27cde	29ab	23.7b	25.3bc	25.3cd	7.3cd

* Media de 3 repeticiones en la columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de la mínima diferencia significativa.

PODREDUMBRES RADICULARES DEL AGUACATE EN EL SUR DE ESPAÑA: REVISIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

R. M. Pérez Jiménez¹, T. Zea Bonilla¹, López Herrera C. J.²

¹ Centro de Investigación y Formación Agraria. Cortijo de la Cruz s/n. Churriana. 29140. Málaga. España. Correo electrónico: patologia@olinet.es

² Instituto de Agricultura Sostenible, C.S.I.C., Apdo. 4084, 14080, Córdoba. España. Correo electrónico: lherrera@cica.es

RESUMEN

En este trabajo se resume el estudio desarrollado en los últimos años por nuestro equipo encaminado a determinar la incidencia de las podredumbres radiculares del aguacate en plantaciones comerciales del sur de España, a conocer la virulencia y características morfológicas y culturales de sus agentes causales: *Phytophthora cinnamomi* y *Rosellinia necatrix*, y a establecer un control integrado de las mismas mediante métodos de lucha físicos, químicos y biológicos.

Actualmente, se continúa con el estudio del control químico de *R. necatrix*, se ha iniciado el estudio del control biológico de este patógeno mediante hongos y bacterias antagonistas y se está desarrollando un programa de evaluación de germoplasma de aguacate para la selección de portainjertos tolerantes a ambos patógenos.

Palabras Clave: control biológico, control físico, control químico, *Persea americana*, *Phytophthora cinnamomi*, *Rosellinia necatrix*,

INTRODUCCIÓN

A principios de los años ochenta se comenzó a observar en plantaciones de aguacate de Andalucía (Sur de España) árboles con síntomas de decaimiento, pérdida de hojas y muerte. Para abordar este problema se desarrolló un proyecto de investigación cuyos resultados indicaron que la podredumbre radicular causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands y la podredumbre blanca de

raíz causada por *Rosellinia necatrix* Prill. (anamorfo *Dematophora necatrix* Hart.) eran las enfermedades más importantes del cultivo, detectándose focos de infección por toda la zona (López Herrera, 1989).

Debido a la importancia de esta problemática se continuó con la investigación y se marcaron los siguientes objetivos:

- Determinar la distribución e incidencia de cada una de estas enfermedades en plantaciones comerciales de las provincias de Granada y Málaga.
- Estudiar distintos aspectos de virulencia y características morfológicas y culturales de sus agentes causales: *Phytophthora cinnamomi* y *Rosellinia necatrix*.
- Controlar estas enfermedades mediante métodos físicos (solarización del suelo) y químicos (utilizando fungicidas sistémicos).

MATERIALES Y MÉTODOS

Distribución e incidencia de las podredumbres radiculares

Durante el periodo inicial de esta investigación, se muestrearon fincas con árboles que presentaban síntomas de marchitez y muerte de los que se tomaron muestras de sus raíces. En el laboratorio estas muestras se procesaron para aislar e identificar los hongos presentes y realizar estudios de los aislados. Posteriormente, se ha continuado prospectando sistemáticamente nuevas fincas de aguacate de la zona para determinar la distribución de cada uno de los patógenos. En total, entre 1986-2003, se han analizado 1.379 muestras de raíces procedentes de 481 fincas con árboles sintomáticos.

Virulencia y características morfológicas y culturales de *Phytophthora cinnamomi*

Inicialmente, se realizó un estudio de virulencia de 11 aislados de *P. cinnamomi* representativos de la población de esta zona mediante inoculaciones artificiales en plantas de aguacate. Además, se hizo una descripción de la morfología del micelio de 25 aislados de *P. cinnamomi* en dos medios de cultivo: agar harina de maíz (AHM) y agar jugo de ocho vegetales (AV8). También se describió para cada aislado la morfología de los esporangios y de las estructuras de reproducción sexual: anteridios, oogonios y oosporas, y se determinó el tipo de apareamiento (A¹ o A²).

Virulencia y características morfológicas y culturales de *Rosellinia necatrix*

Al igual que para *P. cinnamomi*, se realizó un estudio de virulencia de ocho aislados de *R. necatrix* procedentes de esta zona. Se definieron las características culturales de *R. necatrix* considerando el efecto del pH del medio y de la temperatura sobre el desarrollo del hongo y se observó la morfología del micelio en dos medios de cultivo: patata dextrosa agar (PDA) y malta agar 1 % (MA).

Adicionalmente, se realizaron descripciones morfológicas de las estructuras de reproducción sexual de *R. necatrix* que se localizaron sobre las raíces de un árbol de aguacate muerto por podredumbre blanca. En este estudio se tomaron medidas de los estromas, ascocarpos, ascas y ascosporas. Con el fin de completar el ciclo de vida del hongo, y confirmar la relación entre *D. necatrix* y *R. necatrix*, se germinaron ascosporas procedentes de los ascocarpos y con los cultivos monospóricos obtenidos se inocularon plantas de aguacate para reproducir los síntomas típicos de la infección por *D. necatrix* y recuperar el micelio característico del estado asexual.

Finalmente, se estudió la posible existencia de un sistema de incompatibilidad somática en esta especie que permitiese diferenciar individuos y determinar el grado de variación existente en la

población de *R. necatrix* patógena del aguacate. Para esto se realizaron cruces intraespecíficos entre aislados masales del hongo (63 aislados procedentes de 56 árboles localizados en 23 fincas distintas) y entre aislados monoascospóricos (75 aislados procedentes de 10 ascocarpos distintos formados en campo).

Control físico

Se estudió el control de las podredumbres radiculares del aguacate mediante la solarización del suelo. Los tratamientos de solarización se realizaron, en plantaciones establecidas de aguacate afectadas por *P. cinnamomi* o *R. necatrix*, durante ocho semanas en la época de verano de distintos años. Además, se realizaron tratamientos de solarización en suelo desnudo para establecer el efecto de la temperatura de suelo sobre la viabilidad de los inóculos de cada uno de estos patógenos.

Control químico

Para estudiar el control químico de *P. cinnamomi*, se realizó un experimento durante tres años en una parcela comercial con árboles de aguacate Hass/Topa-Topa de 10 años de edad infestada de forma natural por el patógeno. Se realizaron cuatro aplicaciones (Julio y Noviembre, 1992-1993) de los fungicidas: ácido fosforoso (solución al 20%, pH 5,8) y etilfosfito de Al-Ca (EF 2088-B) inyectados a tronco, ácido fosforoso y etilfosfito de Al (80WP) en pulverización foliar y Metalaxyl aplicado a suelo.

El control químico de *R. necatrix* se estudió *in vitro* e *in vivo* realizando ensayos preliminares en los que se evaluó la efectividad de los fungicidas: ácido fosforoso, benomilo, carbendazina, metil tiofanato y tiabendazol.

RESULTADOS

Distribución e incidencia de las podredumbres radiculares

Los muestreos realizados confirmaron los resultados preliminares que indicaban una amplia distribución de *P. cinnamomi* y *R. necatrix* en las plantaciones de aguacate de las provincias de Málaga y Granada y permitieron elaborar un mapa de distribución de ambos patógenos en la zona (Pérez Jiménez, 1997). Actualmente, con los datos obtenidos, el porcentaje de incidencia de *P. cinnamomi* en fincas sintomáticas se sitúa en torno al 35% y el de *R. necatrix* al 39%, mientras que el porcentaje de incidencia de fincas en las que se presentan ambos patógenos va en aumento y actualmente se sitúa en un 7%.

Virulencia y características morfológicas y culturales de *Phytophthora cinnamomi*

Los estudios de virulencia pusieron de manifiesto que existen variaciones de virulencia en la población de *P. cinnamomi* patógena del aguacate en Andalucía (Pérez Jiménez, 1997). El micelio de los aislados estudiados presentó distintas características morfológicas según el medio de cultivo utilizado, encontrándose hifas coraloides en AHM y AV8 y abundantes hifas hinchadas y clamidosporas sólo en AV8. Los esporangios de todos los aislados eran de forma elipsoidal u ovoide, no papilados o semipapilados y no caducos, con proliferación interna. El anterido anfigino, unicelular y con forma esférica, el oogonio esférico y las oosporas pleróticas. Los cruces indicaron que todos los aislados eran del tipo de apareamiento A² (López-Herrera y Pérez-Jiménez, 1995).

Virulencia y características morfológicas y culturales de *Rosellinia necatrix*

Los estudios de virulencia diferenciaron aislados de alta, media y baja virulencia. La temperatura óptima de crecimiento de los aislados de *R. necatrix* estudiados fue 25°C, no crecieron a 35°C y

el crecimiento fue mínimo a 5°C. El pH de crecimiento óptimo fue 9 y el más desfavorable 4. En PDA el micelio creció muy denso, de color blanco y con un crecimiento radial uniforme. En MA el micelio fue menos denso y su crecimiento menos uniforme y más lento que en PDA (Pérez Jiménez, 1997).

El estudio de las estructuras de reproducción sexual de *R. necatrix* localizadas en campo, permitió comparar las medidas de ascocarpos, ascas y ascosporas de este material con las que se encuentran reflejadas en la bibliografía para la especie. Por otro lado, se puso de manifiesto que este hongo se reproduce de forma sexual en la naturaleza y se confirmó la relación entre el estado sexual y asexual ya que las plantas inoculadas con los cultivos de ascosporas desarrollaron los síntomas típicos de la infección causada por *D. necatrix*, el hongo inoculado se aisló de las raíces infectadas y sus colonias presentaron las características morfológicas de *D. necatrix* (Pérez-Jiménez y col., 2003).

Se demostró la existencia de un sistema de incompatibilidad somática en *R. necatrix* pues los cruces realizados presentaron dos tipos de respuesta. En todos los autocruzamientos y los cruces entre aislados que procedían de árboles próximos de una misma finca, el crecimiento de las colonias enfrentadas no se modificó al contactar entre ellas, esto se interpretó como una reacción somática de compatibilidad. En los cruces entre aislados procedentes de árboles de fincas distintas, o de una misma finca pero distanciados y en los realizados entre cultivos monoascospóricos, se observó la formación una línea de color gris-negro, más o menos marcada en la zona de contacto de las colonias, (barrera de incompatibilidad) que se interpretó como una reacción somática de incompatibilidad (Pérez-Jiménez y col., 2002).

Control físico

La solarización del suelo de fincas de aguacate de Andalucía incrementó la media de las temperaturas máximas horarias entre 4 y 8 °C en las zonas soleadas y en las zonas sombreadas entre 2 y 4 °C. Las temperaturas máximas alcanzadas variaron entre 35 y 42 °C dependiendo de la profundidad del suelo y del año.

La viabilidad de *P. cinnamomi* en suelo, en raíces de aguacate infectadas y en sustrato nutritivo enterrado a 30-60 cm de profundidad, se redujo drásticamente después de 6-8 semanas de solarización, tanto en las zonas soleadas como en las sombreadas. El patógeno no se aisló de las raíces de los árboles tratados hasta pasados 14 meses desde la solarización. El tratamiento no afectó al crecimiento de los árboles y las cosechas se incrementaron con respecto al testigo (López-Herrera y col., 1997).

El inóculo del *R. necatrix* enterrado a 15-30 cm en las zonas soleadas, tanto solarizadas como testigo, se inactivó entre la 3-5 semana de tratamiento y el enterrado a 45-60 cm se inactivó entre la 4-8 semana. *R. necatrix* no se recuperó en suelo solarizado pasados 9 meses desde la solarización (López-Herrera y col., 1998).

Los resultados de los tratamientos de solarización en suelo desnudo, realizados para relacionar la temperatura del suelo y la pérdida de viabilidad de *P. cinnamomi* y *R. necatrix* en suelo, indicaron que los análisis de regresión entre la viabilidad fúngica y la temperatura-tiempo (grados-hora) acumulada presentaban el mejor ajuste cuando el umbral mínimo de temperatura era de 30 °C. Parece pues, que la acumulación de temperatura-tiempo es el factor decisivo en la erradicación de los inóculos de *P. cinnamomi* y *R. necatrix* cuando se solarizan parcelas de aguacate con árboles afectados por estas enfermedades (López-Herrera y col., 1997; 1999b).

Control químico

El orden decreciente de la efectividad de los tratamientos realizados para en el control químico de *P. cinnamomi* fue: ácido fosforoso inyectado, etilfosfito de Al-Ca inyectado, ácido fosforoso foliar, etilfosfito de Al 80WP foliar y metalaxyl (López-Herrera y col., 1995).

Los resultados preliminares del control químico con *R. necatrix* pusieron de manifiesto que los fungidas del grupo de los benzimidazoles pueden tener alguna efectividad en el retraso del desarrollo de la enfermedad (López Herrera y Pérez Jiménez, 1993; López Herrera y col., 1996).

DISCUSIÓN

Una vez definidas las enfermedades más importantes del aguacate en Andalucía, realizados los estudios básicos de los agentes causales, y desarrollado el control de estas enfermedades mediante solarización, se está trabajando en el control químico y biológico de *R. necatrix* y se está desarrollando un programa de selección de portainjertos tolerantes a este patógeno.

La investigación en el control químico de *R. necatrix* se está ampliando para, confirmar los resultados obtenidos y ensayar nuevos fungidas.

Para abordar el control biológico de la podredumbre blanca del aguacate con hongos antagonistas (*Trichoderma* sp.) se están seleccionando y caracterizando cepas del patógeno y del antagonista realizando estudios *in vitro* e *in vivo* (López Herrera y col., 1999c). Asimismo, se ha iniciado una nueva línea de investigación ampliando el estudio del control biológico de esta enfermedad con bacterias de suelo y rizobacterias antagonistas a *R. necatrix*.

Por otro lado, se viene realizando desde hace años un programa de evaluación de material de aguacate para la selección de portainjertos tolerantes a *R. necatrix* (López Herrera y col., 1999a). Hasta la fecha se han seleccionado algunos portainjertos que presentan tolerancia al hongo pero que necesitan de una mayor investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- LÓPEZ-HERRERA CJ 1989. Podredumbres radicales del aguacate en la Costa del Sol. Años 1987-88. En: Estudios de Fitopatología (J. del Moral, ed.): 172-176. SEF/DGIEA, Badajoz.
- LÓPEZ-HERRERA, CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ, RM 1993. Chemical control of *Dematophora necatrix* with phosphorous acid. Abstracts of 6th International Congress of Plant Pathology: p.52.
- LÓPEZ-HERRERA CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ RM 1995. Morphology of *Phytophthora cinnamomi* isolates from avocado orchards in the coastal area of southern Spain. Journal of Phytopathology 143: 735-737.
- LÓPEZ-HERRERA CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ RM, GARCÍA-FARACO J 1995. Effect of different fungicides and methods of application to control avocado root rot in southern Spain. Phytoparasitica 24:77.
- LÓPEZ-HERRERA, CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ, RM, ZEA BONILLA, T 1996. Control químico de *Dematophora necatrix* con fungidas sistémicos. Resúmenes del VIII Congreso nacional de la Sociedad Española de Fitopatología: p. 196
- LÓPEZ-HERRERA CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ RM, BASALLOTE-UREBA MJ, ZEA-BONILLA T, MELERO-VARA JM 1997. Effect of solarization on the control of *Phytophthora* root rot in avocado. Plant Pathology 46: 329-340.

LÓPEZ-HERRERA CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ RM, BASALLOTE-UREBA MJ, ZEA-BONILLA T, MELERO-VARA JM 1998. Soil solarization in established avocado trees for *Dematophora necatrix*. Plant Disease 82: 1088-1092

LÓPEZ-HERRERA CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ R, BARCELÓ-MUÑOZ A, ZEA-BONILLA T 1999a. Evaluación de patrones de aguacate por su tolerancia a la podredumbre blanca. World Avocado Congress IV. Revista Chapingo. Serie Horticultura. Vol. V. Especial: 267-270.

LÓPEZ-HERRERA CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ RM, BASALLOTE-UREBA MJ, ZEA-BONILLA T, MELERO-VARA JM 1999b. Loss of viability of *Dematophora necatrix* in solarized soils. European Journal of Plant Pathology 105: 571-576.

LÓPEZ-HERRERA CJ, PÉREZ-JIMÉNEZ RM, LLOBEL A, MONTE-VÁZQUEZ E, ZEA-BONILLA T 1999c. Estudios in vivo de *Trichoderma* como agente de biocontrol contra *Phytophthora cinnamoni* y *Rosellinia necatrix* en aguacate. Resúmenes del World Avocado Congress IV. Revista Chapingo. Serie Horticultura. Vol. V. Especial: 261-265.

PÉREZ JIMÉNEZ, RM 1997. Podredumbres radiculares del aguacate (*Persea americana* Mill.) en el sur de Andalucía. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 370 pp.

PÉREZ-JIMÉNEZ RM, JIMÉNEZ-DÍAZ RM, LÓPEZ-HERRERA CJ 2002. Somatic incompatibility of *Rosellinia necatrix* on avocado plants in southern Spain. Mycological Research 106: 239-244.

PÉREZ-JIMÉNEZ RM, ZEA BONILLA, T, LÓPEZ-HERRERA CJ 2003. Studies of *Rosellinia necatrix* perithecia found in nature on avocado roots. Journal of Phytopathology (En prensa).

SELECCIÓN DE PORTAINJERTOS DE AGUACATE TOLERANTES A LA PODREDUMBRE BLANCA CAUSADA POR *ROSELLINIA NECATRIX*

Pérez Jiménez R. M.¹, Zea Bonilla T.¹, Imbroda Solano, I.¹, Pliego-Alfaro, F.¹, López Herrera C. J.² y Barceló Muñoz A.¹

¹ Centro de Investigación y Formación Agraria. Cortijo de la Cruz s/n. Churriana. 29140. Málaga. España. Correo electrónico: patologia@olinet.es

² Instituto de Agricultura Sostenible, C.S.I.C., Apdo. 4084, 14080, Córdoba. España.

RESUMEN

La podredumbre blanca de raíz causada por *Rosellinia necatrix* es una de las enfermedades más importantes que afectan al cultivo del aguacate en España. Las enfermedades causadas por hongos de suelo son difíciles de controlar y, por tanto, su control ha de plantearse desde distintos campos de actuación. Sin embargo, al considerar que los suelos infestados de las plantaciones son la principal fuente de inóculo y que el árbol expresa los síntomas cuando su sistema radicular está totalmente invadido, las medidas de control han de ser básicamente preventivas y, en este sentido, la disponibilidad de portainjertos de aguacate tolerantes a *R. necatrix* es especialmente interesante para mejorar el cultivo en España. Con este objetivo se inició este programa de selección de material tolerante a *R. necatrix*, en el que la multiplicación del material está basada en técnicas de propagación *in vitro*. Para este estudio se han realizado inoculaciones artificiales con *R. necatrix* utilizando distintas fuentes de material de aguacate: i) semillas de árboles locales aclimatados a la zona y de otros con distinta procedencia, ii) portainjertos seleccionados por la Universidad de California (USA) y Hans Merensky Holdings PTY. LTD (Sudáfrica) como tolerantes a *P. cinnamomi* y iii) portainjertos procedentes de árboles seleccionados en campo por presentarse sanos en parcelas con un alto grado de infestación. Actualmente, se tienen seleccionados 51 clones de material juvenil que han sobrevivido a una primera inoculación con *R. necatrix*, de éstos, tras finalizar el proceso de multiplicación, se han evaluado de nuevo 5 clones mediante una segunda inoculación. Los resultados de estas segundas inoculaciones han confirmado la tolerancia observada en la primera inoculación en varios clones, los cuales han sido seleccionados para la fase de evaluación en parcela infestada artificialmente. Por otro lado, las inoculaciones realizadas con 55 clones de portainjertos tolerantes a *P. cinnamomi*, han puesto de manifiesto que este material es muy susceptible a *R. necatrix*. Finalmente, en campo se tienen seleccionados 16 árbo-

les que se presentan sanos en parcelas infestadas por *R. necatrix*, de éstos, 8 se encuentran en fase de multiplicación para su posterior evaluación.

Palabras Clave: *Persea americana*, Susceptibilidad, Germoplasma, *Phytophthora cinnamomi*, *Dematophora necatrix*

INTRODUCCIÓN

La podredumbre blanca de raíz de aguacate causada por *Rosellinia necatrix* Prill. (anamorfo *Dematophora necatrix* Hartig) es una enfermedad muy destructiva en numerosos cultivos (Khan, 1959; Szejnberg y Madar, 1980). En España, se detectó por primera vez en aguacate en 1987 (López Herrera, 1989) y actualmente, la incidencia de *R. necatrix* en fincas con árboles sintomáticos es aproximadamente del 40%. Los síntomas aéreos se suelen presentar cuando el sistema radicular está totalmente invadido por el hongo, momento en el que los árboles infectados se secan en pocos días. El control de esta enfermedad se basa en prácticas culturales tales como, reducción del riego, zanjas de aislamiento, eliminación de malas hierbas y descalce de la base de los troncos. La solarización del suelo, aunque presenta ciertas limitaciones prácticas, también resulta muy efectiva pues este hongo es muy sensible a temperaturas altas (López Herrera y col., 1998). Hasta la fecha, el control químico en campo y el control biológico no son totalmente efectivos. Por tanto, el control de esta enfermedad se ha de realizar integrando distintos métodos de lucha; en este sentido resulta de gran interés disponer de portainjertos tolerantes a *R. necatrix* para la reposición de árboles enfermos y realización de nuevas plantaciones. Con este objetivo se está evaluando la respuesta ante la infección causada por *R. necatrix* de diverso germoplasma de aguacate. Este trabajo se presenta como continuación del ya publicado con anterioridad (López Herrera y col., 1999) y se resume el trabajo realizado hasta la fecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Inóculo. Se seleccionó un aislado de *R. necatrix* de alta virulencia, CH53-RN400, entre 8 aislados masales procedentes de raíces de aguacates infectados de forma natural y localizados en distintas fincas de las provincias de Málaga y Granada (Pérez Jiménez, 1997). El inóculo de *R. necatrix* consistió en trigo estéril colonizado por el hongo y la dosis de inóculo fue de 4 g de trigo colonizado /1 sustrato (López Herrera y col., 1999); el trigo se incorporó en hoyos realizados en el sustrato que seguidamente eran tapados.

Evaluación de tolerancia de distintos genotipos de *Persea americana* a *R. necatrix*. Se inocularon plantas de semilla procedentes de la colección de portainjertos localizada en la Estación Experimental de La Mayora (Málaga), formada por diverso material recolectado de plantaciones de la zona. Adicionalmente se han realizado recolectas puntuales de otros árboles localizados en otras plantaciones que destacaron por distintos motivos. Entre 1998 y 2003 se recolectaron 4.256 semillas de un total de 61 árboles, inoculándose entre 1 y 267 plantas por árbol. Antes de la siembra, que se realizó en otoño, las semillas se desinfestaron superficialmente mediante lavado en agua a 50°C durante 30 minutos, seguidamente se sembraron en macetas de 3,5 l con un sustrato mezcla de arena:turba:tierra (1:2:1) previamente esterilizado con bromuro de metilo.

Del mismo modo, se sembraron semillas de 16 árboles madre localizados en los bancos de germoplasma de Coatepec Harinas e Ixtapán de la Sal (México), de los que se inocularon entre 10 y 156 plantas por árbol, y semillas de 13 árboles madre de Australia de los que se inocularon entre 10 y 33 plantas por árbol.

En el umbráculo, las semillas iniciaron la germinación a la salida del invierno y se inocularon cuando alcanzaron un porte superior a los 60 cm. Durante el experimento se realizaron lecturas de síntomas aéreos (planta sana, marchita y muerta) y los resultados se expresaron como porcentaje de plantas supervivientes tras seis meses desde la inoculación. Después de determinar la viabilidad del hongo en suelo y raíces, las plantas supervivientes se transplantaron a bolsas de mayor tamaño donde se mantuvieron otros 6 meses antes de iniciar su multiplicación.

Multiplicación del material de semilla pre-seleccionado. Para confirmar la tolerancia observada tras una primera inoculación con *R. necatrix*, se procedió a la multiplicación del material superviviente siguiendo dos técnicas distintas: micropropagación (Barceló y col.1990) o estaquillado semileñoso convencional (Hartmann y col. 1997): estaquillas de 12 cm., con 3-4 hojas, se ponían a enraizar bajo túnel de plástico en invernadero climatizado, tras sumergir la base durante 10 s en una solución de ácido indol-butírico (5000 ppm).

Una vez obtenidas las copias deseadas de cada preselección, 6 micropropagadas y 6 estaquilladas, se dejaron crecer hasta alcanzar un porte mínimo de 125 cm, y se volvieron a inocular. La dosis de inóculo no varió, sin embargo, en este caso las plantas se dispusieron en invernadero con condiciones de temperatura controlada, donde se realizaron lecturas de síntomas aéreos y, al finalizar el experimento, peso seco de raíces.

Portainjertos clonales tolerantes a la podredumbre de raíz causada por *Phytophthora cinnamomi*. Se importaron los siguientes portainjertos seleccionados por la Universidad de California y Hans Merensky Holdings PTY. LTD de Sudáfrica como tolerantes a *P. cinnamomi*; Aguacate de anís HI-72, Barr Duke, CRI-80-UC 2025, Duke 6, Duke 9, Dusa-UC 2016, Eustro-UC 2036, Gordon-UC 2013, Golden-UC 2078, G 810-UC 2010, G 1033, Jovo-UC 2009, Kidd Duke-UC 2015, Latas-UC 2012, Loomis-UC 2005, Lulu, Mico-UC 2076, Rollie-UC 2018, Talat-UC 2037, Spencer-UC 2079, UCR 1, UCR 2-UC 2002, UCR 3-UC 2003, UCR 4-UC 2004, G755B, G755C, PP4, PP5, PP15, PP19, PP24, UC 2011 F 201, UC 2019, UC 2023, PP14, Leo, Starns, P Parent, P1 (Pari-da), Halma, Vanoni Zut, Aguacate de Mico, Duke Parent, G874-UC2008, G875-UC2007, Poly N, Velvick, W14-UC2014, UC2020 y Bailey, además de material control susceptible (cv.Topa Topa).

Este material se mantuvo en umbráculo y cuando alcanzó un tamaño adecuado se procedió a eliminar la planta nodriza y se trasplantó a macetas de 5 l con el sustrato arena:turba:tierra (1:2:1) y tras 12 meses se inocularon, 12 copias por clon, con *R. necatrix* a la dosis referida anteriormente. Durante el experimento se realizaron lecturas de síntomas aéreos para evaluar el material inoculado.

Material seleccionado en campo como escape. Se han seleccionados 16 árboles asintomáticos en distintas plantaciones de la costa sur de España que presentaban un alto grado de infestación por *R. necatrix*

Multiplicación del material adulto seleccionado. Brotes basales de estos árboles se están multiplicando *in vitro* siguiendo la metodología de Barceló-Muñoz y col. (1999).

RESULTADOS

Evaluación de tolerancia de distintos genotipos de *Persea americana* a *R. necatrix*. En el material de semilla se encontraron unos altos niveles de desarrollo de la enfermedad. En la parcela de La Mayora, entre las 56 familias (grupos de plantas procedentes de semilla de un mismo árbol madre) de plantas inoculadas, se encontraron 18 con al menos una plántula superviviente, y, entre éstas, 7 presentaron porcentajes de supervivencia superiores al 5% (los porcentajes de supervivencia de las distintas familias oscilaron entre el 0,6 y 10,3 %). Por otro lado, en las ino-

culaciones realizadas en distintos años, se detectaron tres árboles madre de los que de forma repetida se seleccionaron plantas supervivientes (La Piscina, C. A. Bueno y Cónsula 9) aunque sus descendencias no presentaron los mayores porcentajes de supervivencia. Hasta la fecha se han seleccionado 40 genotipos supervivientes a una primera inoculación procedentes de esta parcela y cuatro genotipos procedentes de las recolectas realizadas en otras parcelas de la zona.

En el material de semilla de Australia se han encontrado dos genotipos cuyas descendencias muestran algunas plantas supervivientes (Atkinson 16, dos plantas y Smith 2, una planta) y en el de México tres genotipos (Mex 28 y Mex 80, con una planta y Mex 42, con dos plantas).

Los primeros resultados de la segunda inoculación han confirmado los resultados obtenidos en la primera en dos de estos clones; BG42 (C. A. Bueno-16) y BG55 (Mex 80-40), puesto que, de nuevo, se han encontrado supervivientes entre este material.

Portainjertos clonales tolerantes a la podredumbre de raíz causada por *Phytophthora cinnamomi*. Los patrones clonales tolerantes a *P. cinnamomi* inoculados con *R. necatrix* resultaron susceptibles a la infección por *R. necatrix* y todas las plantas murieron entre los 28 y 69 días desde la inoculación, al igual que el control Topa Topa.

Material seleccionado en campo como escape. En el momento actual, se está evaluando su respuesta al cultivo *in vitro*.

DISCUSIÓN

Los estudios de resistencia/tolerancia a *R. necatrix* de distintas especies vegetales son escasos, aunque se están realizando trabajos similares al nuestro para seleccionar portainjertos tolerantes a *R. necatrix* en manzano (Lee y col., 2000), estos autores encuentran, en general, una alta susceptibilidad en las plántulas de semilla de la mayoría de los clones de la colección estudiada, sin embargo, al igual que nosotros, detectan clones de los cuales se obtienen plantas de semilla con una tolerancia consistente. En aguacate, la supervivencia detectada en determinadas descendencias de plantas madre localizadas en la parcela de la E.E. La Mayora y otras con distinto origen geográfico, parece indicar que estos clones son fuentes potenciales de material para ser utilizado en el desarrollo de portainjertos tolerantes a *R. necatrix*; estos clones serán cruzados de forma dirigida en el futuro para incrementar esta respuesta de tolerancia en sus semillas.

Los genotipos seleccionados en otros programas por su tolerancia a *P. cinnamomi* y que se han inoculado con *R. necatrix* no han manifestado tolerancia a este hongo, por lo que en principio se descartan como fuentes de doble tolerancia y parecen indicar que los mecanismos de defensa que se activan en el aguacate ante cada una de estas enfermedades deben ser distintos.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a todos los que han colaborado en la realización de este trabajo: propietarios y encargados de fincas y personal técnico e investigador de La Mayora (C.S.I.C.), O.C.A. de Estepona, S.A.T. Trops, Procám y Micoma, del I.C.I.A de Canarias, Univ. de California, CICTAMEX de México, Hans Merensky de Sudáfrica y Viveros Brokaw. Esta investigación está financiada por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Proyectos INIA SC-98-042 y RTA-02-023.

BIBLIOGRAFÍA

- BARCELÓ-MUÑOZ, A., PLIEGO-ALFARO, F. Y BAREA, J.M. 1990. Micropropagación de aguacate (*Persea americana*) en fase juvenil. Actas de Horticultura, Vol. 1: 503-506.
- BARCELÓ-MUÑOZ, A., LÓPEZ-ENCINA, C., SIMÓN-PÉREZ, E. Y PLIEGO-ALFARO, F. 1999. Micropropagation of adult avocado. Plant Cell, Tissue and Organ Culture Vol: 58: 11-17.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES, F.T. Y GENEVE, R.L. 1997. Plant Propagation. Principles and Practices. Prentice-Hall, New Jersey.
- KHAN, A.H. 1955. Biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix* (Hart.) Bel. Biologia 5: 199-425.
- LEE, S-M, KO, K., ALDWINCKLE, H., 2000. Resistance of selected Malus germplasm to *Rosellinia necatrix*. Fruit Varieties Journal, 54 (4):219-228.
- LÓPEZ-HERRERA CJ (1989). Podredumbres radiculares del aguacate en la Costa del Sol. Años 1987-88. En: Estudios de Fitopatología (J. del Moral, ed.): 172-176. SEF/DGIEA, Badajoz.
- LÓPEZ H., C.J.; PÉREZ J., R.M.; ZEA B., T.; BASALLOTE U., M.J.; Y MELERO V., J-M. 1998. Soil solarization in established avocado trees for control of *Dematophora necatrix*. Plant Disease 82: 1088-1092.
- LÓPEZ HERRERA, C.J., PÉREZ JIMÉNEZ, R.M., BARCELÓ MUÑOZ, A., ZEA BONILLA, T. 1999. Evaluación de patrones de aguacate por su tolerancia a la podredumbre blanca. Revista Chapingo. Serie Horticultura 5 Núm. Especial:267-270.
- PÉREZ JIMÉNEZ, R. M. 1997. Podredumbres radiculares del aguacate (*Persea americana* Mill.) en el sur de Andalucía. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 370 pp.
- SZTEJNBERG, A.; Y MADAR, Z. 1980. Host range of *Dematophora necatrix* the cause of white root rot disease in fruit trees. Plant Dis. 64: 662-664.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA PODREDUMBRE BLANCA DEL AGUACATE

C. J. López-Herrera, T. Zea-Bonilla² y R. M. Pérez-Jiménez²

¹ Instituto de Agricultura Sostenible, C.S.I.C. Apdo. 4084, 14080, Córdoba. España

² Centro de investigación y Formación Agraria . Cortijo de la Cruz s/n. 29140, Churriana. Málaga.

RESUMEN

Se ha estudiado el efecto de diferentes fungicidas en el control de la podredumbre blanca del aguacate mediante la inoculación de plantas de aguacate de 9 meses de edad con un aislado muy virulento de *R. necatrix*. Se realizaron dos experimentos (A y B) con ocho aplicaciones repetidas de los fungicidas Benomilo-0,1%, Carbendazima-0,1%, Fluazinam-0,1%, Fluazinam -1% y Metil Tiofanato-0,1%. En el experimento A las plantas de aguacate se inocularon una sola vez con *R. necatrix* mientras que en el experimento B las plantas recibieron una dosis de inóculo adicional transcurridos 30 días desde la última aplicación de los fungicidas. En ambos experimentos, los resultados obtenidos de los distintos parámetros evaluados (síntomas aéreos, incremento de altura, porcentaje de aislamiento de *R. necatrix* en raíces secundarias, peso seco de raíces secundarias y cuantificación de *R. necatrix* en suelo), han puesto de manifiesto una mayor efectividad de Fluazinam en el control de la enfermedad, siendo menos efectivos Carbendazima, Benomilo y Metil Tiofanato.

Palabras Clave: Benomilo, Carbendazima, Control químico, Fluazinam, Metil Tiofanato, *Persea americana*, *Rosellinia necatrix*.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades más importantes del aguacate en el litoral andaluz son la podredumbre radicular causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands y la podredumbre blanca de raíz causada por *Rosellinia necatrix* (Prill.) (*Dematophora necatrix* Hart.). *P. cinnamomi* se encuentra descrita como

patógeno de gran importancia en todos los países productores de aguacate y el control químico de esta enfermedad se realiza de forma efectiva con ácido fosforoso (Pegg *et al.*, 1985).

En España, *R. necatrix* se detectó por primera vez en aguacate en 1987 (López Herrera, 1989) y actualmente la incidencia del hongo en fincas sintomáticas se sitúa en torno al 40% (datos no publicados). En otros países productores (México, USA e Israel) esta enfermedad se encuentra descrita y aunque no produce grandes pérdidas, se presenta como un peligro potencial dada la amplia distribución del patógeno a nivel mundial (Anónimo, 1976).

El control químico de *R. necatrix* se ha estudiado utilizando distintos productos en otros cultivos (manzano, vid y té) en los que sí ha causado pérdidas importantes (Surkla *et al.*, 1972; Gupta, 1977; Sousa, 1985; Sharma y Gupta, 1985, Kanadani, *et al.*, 1998). En este trabajo se ha evaluado, mediante inoculaciones artificiales en plantas de aguacate, el efecto de Benomilo, Carbendazima, Fluazinam, y Metil Tiofanato, fungicidas que en otros cultivos han resultado efectivos y que en trabajos previos en aguacate dieron resultados interesantes (López Herrera *et al.*, 1996).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos A y B sobre plantas de aguacate de semilla cv Topa-Topa de 9 meses de edad sembradas en macetas de 4 litros con una mezcla de turba: suelo: arena (2: 1: 1), desinfectada previamente con Bromuro de Metilo. En el experimento A las plantas se inocularon una sola vez con semillas de trigo colonizadas por un aislado masal de *R. necatrix* de alta virulencia (CH 53), la dosis de inóculo fue de 4 g de trigo/l de sustrato. En el experimento B las plantas recibieron una dosis de inóculo adicional pasados 30 días desde la última aplicación de los fungicidas. Los fungicidas comerciales: Benomilo 50% p/p, Carbendazima 50% p/p, Fluazinam 50% SC y Metil Tiofanato 70% p/p, a las siguientes dosis; Benomilo 0,1% (B-0,1%), Carbendazima 0,1% (C-0,1%), Fluazinam 0,1% (F-0,1%), Fluazinam 1% (F-1%) y Metil Tiofanato 0,1% (M-0,1%), se aplicaron a los 10, 20, 30, 45, 60, 75 90 y 105 días desde la inoculación, incorporando 200 ml de los productos citados a las concentraciones descritas anteriormente mediante riego superficial del sustrato. Los testigos inoculados recibieron un riego adicional con 200 ml de agua en cada aplicación. Se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento.

Durante el desarrollo de los experimentos se realizaron lecturas semanales de síntomas aéreos de las plantas inoculadas según la escala; 0: planta sana, 0,2: inicio de marchitez (ápice marchito), 0,4: planta con marchitez generalizada, 0,6: planta marchita de forma irreversible (marchitez permanente), 0,8: inicio seca de hojas y 1: planta muerta.

Cuando finalizaron los experimentos, a los 220 días, se determinó, el incremento de altura de las plantas, el porcentaje de aislamiento del patógeno en raíces secundarias, el peso seco de raíces secundarias, y se cuantificó *R. necatrix* en suelo mediante el conteo de colonias presentes en el sustrato dispuesto en cámaras húmedas que se expresó como unidades formadoras de colonias por litro de suelo (ufc/l).

Para cada planta a partir de los datos de síntomas aéreos, se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad estandarizada (ABCPES) que se comparó, al igual que los demás datos obtenidos, mediante un análisis de varianza (Campbell y Madden, 1990).

RESULTADOS

Experimento A. Los resultados de los parámetros determinados en las plantas inoculadas una sola vez con *R. necatrix*, se resumen en la Tabla 1. En general, se encontró una menor cantidad

de plantas enfermas (ABCPES) para todos los fungicidas respecto al testigo inoculado, diferenciándose significativamente Carbendazima. El incremento de altura de las plantas tratadas con B-0,1%, C-0,1% y F-1% fue significativamente mayor que el resto de las plantas tratadas. Aunque los resultados de aislamiento de *R. necatrix* en raíces secundarias no fueron significativos, el hongo no se aisló en las raíces de las plantas con F-1%. Por otro lado, los valores más altos de peso seco de raíz se encontraron en las plantas tratadas con B-0,1% C-0,1 % y F-1% que se diferenciaron significativamente del M-0,1% y del testigo. Asimismo, no se detectó ninguna colonia de *R. necatrix* en suelo tratado con B-0,1%, F-0,1%, y F-1%.

Experimento B. Los resultados obtenidos de las plantas inoculadas dos veces (al inicio del experimento y pasados 30 días desde que se finalizaron los tratamientos) se resumen en la Tabla 2. Se observó que las plantas tratadas con F-0,1% y F-1% presentaron valores de ABCPES muy bajos, que fueron significativamente distintos del resto de los fungicidas ensayados. El incremento de altura de las plantas tratadas con C-0,1% y F-1% fue significativamente mayor que para el resto de los tratamientos. El aislamiento del patógeno en raíces secundarias de las plantas tratadas con F-0,1% fue nulo. El peso seco de raíz fue en todos los tratamientos significativamente mayor que en el testigo, aunque destacaron los tratamientos con C-0,1 %, F-0,1% y F-1% por presentar los valores más altos. La cuantificación de *R. necatrix* en el sustrato de las plantas tratadas con F-0,1% y F-1% fue nula.

DISCUSIÓN

En el experimento A se encontraron diferencias significativas con respecto al testigo en la aparición de síntomas aéreos (ABCPES), incremento de altura y peso seco de raíz de las plantas con todos los fungicidas ensayados (B-0,1%, C-0,1%, F-0,1%, F-1% y MT-0,1%), esto indica que estos productos pueden limitar el desarrollo del hongo presente en el suelo (1^a inoculación) o bien la infección en la planta en las condiciones ensayadas. En este experimento, el tratamiento con C-0,1%, se presenta como el fungicida más efectivo, lo cual puede indicar una pérdida de viabilidad del hongo y el desarrollo de raíces nuevas observado por otros autores en el control de la podredumbre blanca en manzano (Gupta, 1977) y, que en nuestro caso se corresponde, con un mayor peso seco de raíz, un mayor incremento de altura y una menor ABCPES. Estos resultados coinciden con los de Sousa (1985) que obtuvo un buen efecto preventivo y curativo en árboles frutales contra *R. necatrix* utilizando Benomilo, Carbendazima, y Metil Tiofanato.

Sin embargo, el experimento B nos ha permitido diferenciar aquellos fungicidas que limitan de forma más efectiva el desarrollo de la enfermedad una vez que se dejan de aplicar los fungicidas y se reinoculan las plantas. Así los resultados obtenidos parecen indicar una mayor persistencia del Fluazinam en el suelo y confirman los resultados obtenidos por Kanadani *et al.* (1998) sobre la actividad residual del Fluazinam en suelo que estiman en un periodo de cerca de 1 año frente a los 4 meses que puede presentar el Metil Tiofanato Sharma y Gupta, (1985) observaron que Carbendazima puede estar activa hasta 180 días en suelo esterilizado. En cambio Gupta y Chatrath (1979), detectaron una rápida degradación de Benomilo en un suelo no estéril comparado con suelo estéril dentro de los 15 días de su aplicación Estos autores destacan además la importancia de la humedad del suelo para que el fungicida pueda alcanzar el inóculo y no sea absorbido por las partículas del suelo. Por otro lado, otro factor a tener en cuenta es el movimiento del fungicida en el suelo. En estudios realizados por Sharma y Gupta (1985), con los mismos fungicidas utilizados en nuestros trabajos, observaron que Carbendazima podría afectar a *R. necatrix* hasta 24 cm de profundidad en suelo con un 35% de humedad cuando se aplica en orificios de 8 o 15 cm de profundidad.

En este trabajo se ha observado una mayor eficacia de Fluazinam con respecto a los demás productos ensayados, ya que las plantas tratadas con este fungicida fueron las que presentaron un

menor número de plantas sintomáticas, encontrándose todas las plantas sanas 75 días después de la segunda inoculación. Esto puede ser debido a una alta persistencia del fungicida en el suelo, en cambio la baja persistencia en el suelo del resto de los productos se traduce en la aparición de síntomas de la enfermedad pasados 30 días desde la segunda inoculación.

Es necesario realizar en un futuro nuevos experimentos para corroborar los resultados obtenidos y comprobar la efectividad de Fluazinam en árboles adultos de aguacate antes de recomendar este fungicida en el control de la podredumbre blanca del aguacate en plantaciones establecidas.

BIBLIOGRAFÍA

CAMPBELL CL, MADDEN LV 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons eds. Pag: 192-202.

GUPTA VK 1977. Possible use of carbendazim in the control of *Dematophora* root rot of apple. Indian Phytopathology 30: 527-531.

GUPTA JP, CHATRATH 1979. Persistence of benomyl in soil. Journal Nuclear Agricultural of Biology 8: 138-139.

KANADANI G, DATE H, NASU H 1998. Effect of fluazinam soil-drench on white root rot of grapevine. Annals of the Phytopathological Society of Japan. 64:139-141.

LÓPEZ-HERRERA CJ 1989. Podredumbres radiculares del aguacate en la Costa del Sol. Años 1987-88. En Estudios de Fitopatología (J. del Moral, ed.): 172-176. SEF/DGIEA, Badajoz.

LÓPEZ-HERRERA CJ 1998. Hongos de suelo en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) del litoral andaluz. V Jornadas andaluzas de frutos tropicales. Congresos y Jornadas 47/98. Consejería de Agricultura y Pesca:137-152.

LÓPEZ-HERRERA C J, PÉREZ-JIMÉNEZ R M, ZEA-BONILLA T 1996. Control químico de *Dematophora necatrix* con fungicidas sistémicos. Resúmenes del VIII Congreso nacional de la Sociedad Española de Fitopatología: 196

PEGG KG, WHILEY AW, SARANAH J B, GLASS R J 1985. Control of *Phytophthora* root rot of avocado with phosphorus acid. Australasian Plant Pathology, 14:25-32.

SHARMA SK, GUPTA VK 1985. Movement and persistence of fungicides in apple soils. Indian Phytopathology 38: 648-652.

SÓUSA AJT DE 1985. Lutte contre *Rosellinia necatrix* (Hartig) Berlese, agent du pourridié laineux: sensibilité de quelques espèces végétales et lutte chimique. European Journal of Forest Pathology 15: 323-332.

SURKLA US, NAYAR S K, SURYANARAYANAD D 1972. Laboratory evaluation of fungicides for the control of white root rot disease of temperate fruits caused by *Dematophora necatrix*. Indian Phytopathology 25 :417-422.

SZTEJNBERG A, MADAR Z 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit. Plant Disease 64: 662-664.

Tabla 1. Efecto de distintos fungicidas en los parámetros considerados en plantas de aguacate inoculadas con *R. necatrix*. Experimento A.

Fungicida	ABCPEs ^x	Incremento de altura (cm) ^y	Porcentaje de <i>R. necatrix</i> en raíz	Peso seco raíz (g)	Cuantificación de <i>R. necatrix</i> en suelo(ufc/l)
Benomilo 0,1%	0,12 bc	11,20 ab	1	59,56 a	0
Carbendazima 0,1%	0,07 c	19,10 a	3	56,20 ab	0,5
Metil Tiofanato 0,1%	0,28 b	6,20 bc	5	23,55 c	0,25
Fluazinam 0,1%	0,19 bc	5,50 bc	4	28,92 bc	0
Fluazinam 1%	0,12 bc	12,50 ab	0	52,38 ab	0
Testigo inoculado	0,69 a	-0,50c	12	8,71 c	1,25

^x: Para cada planta se calculó a partir de los datos de síntomas aéreos el área bajo la curva de progreso de la enfermedad estandarizada (ABCPEs).

^y: Datos en la columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P > 0,05$) según el test de la mínima diferencia significativa.

Tabla 2. Efecto de los distintos fungicidas evaluados en los parámetros considerados en plantas de aguacate inoculadas con *R. necatrix*. Experimento B.

Fungicida	ABCPEs ^x	Incremento de altura (cm) ^y	Porcentaje de <i>R. necatrix</i> en raíz	Peso seco raíz (g)	Cuantificación de <i>R. necatrix</i> en suelo(ufc/l)
Benomilo 0,1%	0,48 b	5,90 bc	9	24,23 ab	1
Carbendazima 0,1%	0,41 b	16,10 a	9	35,61 a	2
Metil Tiofanato 0,1%	0,55 b	3,90 bc	8	29,58 ab	3
Fluazinam 0,1%	0,00 c	5,50 bc	0	46,57 a	0
Fluazinam 1%	0,02 c	11,10 ab	2	42,05 a	0
Testigo inoculado	0,69 a	-0,2 c	23	7,56 b	1,25

^x: Para cada planta se calculó a partir de los datos de síntomas aéreos el área bajo la curva de progreso de la enfermedad estandarizada (ABCPEs).

^y: Datos en la columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P > 0,05$) según el test de la mínima diferencia significativa.

EFFECTOS DE HERBICIDAS DE PRE Y POSEMERGENCIA EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y LA SUSCEPTIBILIDAD A *ROSELLINIA NECATRIX* EN AGUACATE HASS EN VIVERO

R. M. Pérez Jiménez¹, T. Zea Bonilla¹, J. M. Hermoso², R. Moreno¹ y J. M. Farré¹

¹ Centro de Investigación y Formación Agraria. Cortijo de la Cruz s/n. Churrana. 29140. Málaga. España. Correo electrónico: patologia@olinet.es

² Estación Experimental La Mayora. C.S.I.C. Algarrobo Costa. 29750. Málaga. España.

RESUMEN

Durante dos años, se comparó, en macetas, el efecto de los herbicidas de preemergencia; oxifluorfen, isoxaben, terbutometona + terbutilazina, orizalina, trifluralina y simazina, y el de los de contacto-traslación interna; glifosato, sulfosato, glufosinato de amonio y paraquat + diquat, todos aplicados al suelo, en el crecimiento y la susceptibilidad al hongo de suelo *Rosellinia necatrix* (Hart.) de Hass / Topa-Topa. Como sustrato se utilizó tierra desinfectada y turba. La mitad de las plantas recibieron al final del primer año 20 gramos de estiércol seco esterilizado y un empajado de cáscara de almendra de 4 cm.

El crecimiento en altura durante los primeros meses, hasta la fecha de injerto, fue máximo en las plantas testigo aunque la diferencia fue significativa ($p < 0.05$) sólo para isoxaben, trifluralina y terbutometona + terbutilazina. Para estos productos el incremento de sección de tronco durante todo el ensayo fue ligeramente inferior al testigo no tratado, aunque ningún producto mostró diferencias significativas con el testigo.

Tras la inoculación final con *R. necatrix*, en el experimento sin enmienda, sólo las plantas tratadas con isoxaben, terbutometona + terbutilazina y orizalina mostraron una tasa logística de mortandad significativamente superior al testigo. Oxifluorfen provocó una rápida aparición de plantas sintomáticas inmediatamente tras la inoculación, por lo que no se pudo incluir en el análisis estadístico con un modelo logístico. Solo paraquat + diquat mostró una tasa de mortandad significativamente inferior al testigo. También el tratamiento con simazina presentó una tasa algo menor a la del testigo pero no significativa estadísticamente. El resto de los tratamientos no se diferenció del testigo.

Con el empajado de estiércol - almendra todos los productos presentaron una tasa logística de mortandad similar al testigo, excepto trifluralina cuya tasa de mortandad fue superior. Al comparar las tasas de mortandad con y sin enmienda para cada herbicida, sólo trifluralina tenía una tasa menor en las plantas empajadas.

INTRODUCCIÓN

Existe una gama de herbicidas registrados, o con posibilidades de serlo, en el cultivo del aguacate. El objetivo del ensayo era conocer su efecto sobre el crecimiento vegetativo y la susceptibilidad al ataque de *Rosellinia necatrix* (Hart.)

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio del crecimiento se realizó en plantas de Hass sobre Topa-Topa en macetas de 12 litros regadas por goteo, durante 17 meses. El medio era suelo pizarroso y turba ácida en partes iguales por volumen y desinfectado con vapor.

El herbicida se aplicaba disuelto en 250 ml de agua, en un plato bajo la maceta cuando el medio de cultivo estaba seco. La absorción era inmediata.

Los herbicidas Glifosato, Sulfosato, Glufosinato de Amonio y Paraquat + Diquat, se aplicaron cada 4 meses. Isoxaben, Oxifluorfen, Simazina, Orizalina, Terbumetona + Terbutilazina y Trifluralina, una vez al año. Las dosis por hectárea y por maceta, se muestran en las tablas 1 y 2.

Se midió el incremento de altura y de área de tronco, desde el inicio de la aplicación de los tratamientos hasta el injerto, 8 y 12 meses tras la siembra, respectivamente. También el incremento de área de tronco entre los 8 y 22 meses, cuando se inocularon las plantas con *Rosellinia*.

Posteriormente, las macetas se inocularon con 4 gramos de trigo infectado por litro de substrato en agujeros de 20 cm de profundidad tapados. Las plantas permanecieron desde este momento en invernadero entre 17,5 °C y 21 °C, de temperatura media, registrándose semanalmente la tasa de aparición de plantas mustias, estado previo a la muerte rápida. La tasa logística de aparición de plantas mustias, r , se calculó según la siguiente ecuación:

$$\frac{dp}{dt} = rp(1 - p)$$

t = tiempo (días desde la inoculación);

p = proporción de plantas sanas;

r = tasa logística de aparición de plantas mustias

Integrando se convierte en

$$p = \frac{1}{1 + e^{-b \cdot r \cdot t}} \quad (\text{Madden, 1986})$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento en altura entre 8 y 12 meses (tabla 2) se redujo ligeramente con todos los herbicidas, aunque ninguno mostró síntomas de fitotoxicidad en hojas ni troncos. Sólo Isoxaben, Trifluralina y Terbutometona + Terbutilazina redujeron significativamente el crecimiento respecto al Testigo. Las diferencias en incremento de área de tronco a lo largo del experimento no eran significativas estadísticamente.

El Oxifluorfen mostraba una rápida tasa de aparición de plantas mustias inmediatamente tras la inoculación, no pudiéndose incluir en el análisis estadístico con el modelo sinusoidal descrito (figura 1). Isoxaben, Terbutometona + Terbutilazina y Orizalina mostraron una tasa significativamente mayor que el Testigo. Sólo Paraquat + Diquat tuvieron una tasa significativamente menor que el testigo. Simazina tuvo también una tasa algo menor pero no significativa estadísticamente (tabla 3).

CONCLUSIONES

Isoxaben, Terbutometona + Terbutilazina y Orizalina mostraron una tasa de desarrollo de la incidencia de planta mustia, significativamente mayor que el Testigo. El Oxifluorfen, aunque no incluido en el análisis estadístico, tuvo un comportamiento muy negativo, con una fuerte incidencia desde el comienzo del ensayo.

Sólo Paraquat + Diquat mostraron una incidencia significativamente menor que el Testigo. Simazina mostró una, pero no significativa, menor incidencia.

TABLAS

Tabla 1. Herbicidas

Materia Activa	Nombre comercial	Fabricante	Dosis (m.a.) l.ha ⁻¹
Glifosato (36 %)	Roundup Plus	Monsanto	1.00
Sulfosato (48 %)	Touchdown	Zeneca	1.44
Paraquat (12 %) + Diquat (8 %)	Gramoxone Plus	Zeneca	0.36+0.24
Glufosinato de Amonio (15 %)	Finale	Agrevo	0.37
Isoxaben (50 %)	Rokenyl 50	Dow AgroSciences	1.00
Oxifluorfen (24 %)	Goal 2XL	Rohm-Haas	1.25
Simazina (50 %)	Amizina 50L	Sipcam Inagra	2.50
Orizalina (48 %)	Surflan	Dow AgroSciences	2.40
Terbutometona (25%)+Terbutilazina (25%)	Caragard FW	Novartis	1.25+1.25
Trifluralina (48 %)	Treflan	Dow AgroSciences	2.40

Tabla 2. Dosis y crecimiento vegetativo

Materia Activa	cm ³ .maceta	% Incremento Altura
Isoxaben	0.006	82.51 a
Trifluralina	0.015	83.90 ab
Terbumetona + Terbutilazina	0.015	90.17 abc
Oxiflourfen	0.015	92.77 abcd
Glufosinato de Amonio	0.008	96.13 abcd
Orizalina	0.015	99.39 abcd
Sulfosato	0.009	100.35 bcd
Glifosato	0.009	101.80 cd
Simazina	0.015	104.19 cd
Paraquat + Diquat	0.009	106.09 cd
Testigo		108.33 d

Tabla 3. Análisis estadístico

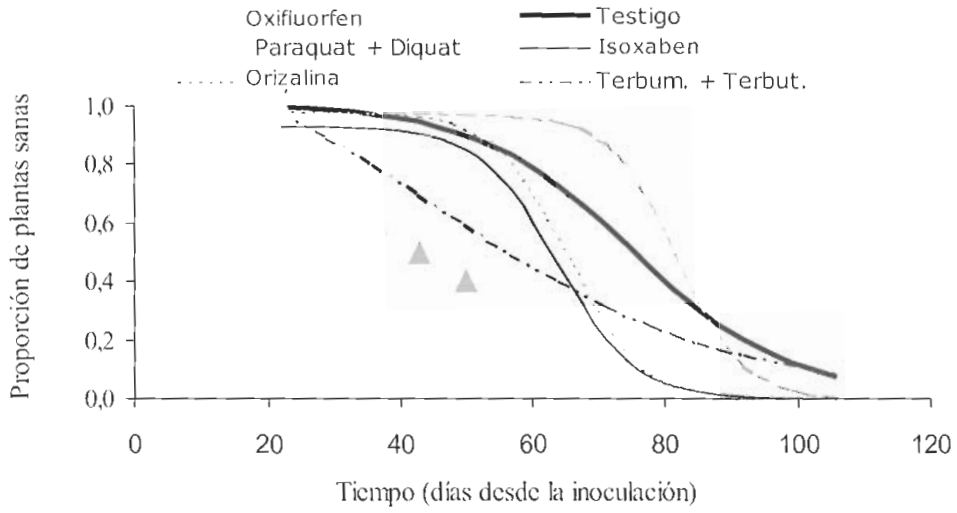
	Intervalo de confianza
Testigo + Glifosato	(0.045, -0.037) NS
Testigo + Sulfosato	(0.976,-0.0112) NS
Testigo + Paraquat + Diquat	(0.1943, 0.0391) S
Testigo + Glufosinato de amonio	(0.0358, -0.02978) NS
Testigo + Isoxaben	(0.1643, 0.0171) S
Testigo + Oxifluorfen	Análisis no válido* NS
Testigo + Simazina	(0.06155,-0.02795) NS
Testigo + Orizalina	(0.1495, 0.0463) S
Testigo + Terbumetona + Terbutilazina	(0.0713, 0.00095) S
Testigo + Trifluralina	(0.0643, -0.0544) NS

NS: No significativo S: Significativo (P<0,05)

* Intervalo de confianza incluye el cero

FIGURAS

Figura 1. Tasa de aparición de plantas mustias



BREEDING AND FIELD EVALUATION OF NEW ROOTSTOCKS FOR INCREASED 'HASS' YIELDS AND RESISTANCE TO ROOT ROT IN SOUTH AFRICA

S Kremer-Köhne and M L Mukhumo

Merensky Technological Services. P O Box 14. Duivelskloof 0835. South Africa.

E-mail: sylviek@hansmerensky.co.za

ABSTRACT

Vegetatively propagated rootstock selections grafted with 'Hass' were evaluated for their root rot tolerance and yield potential in an orchard heavily infested with *Phytophthora cinnamomi*. These were compared to the commercial standard rootstock Duke 7. The first orchard (established 1996) contained rootstock selections from Israel, while the second orchard (established 1998) contained root rot tolerant rootstock selections from Westfalia Estate, South Africa. Tree condition declined in general, and the ranking order of the rootstocks remained consistent during the period 1999 to 2002. In the first orchard, 'Hass' trees on various rootstocks were rated from the healthiest to the poorest: VC 805, VC 256, VC 801, VC 207, VC 218, VC 241, Duke 7, Edranol seedlings and VC 225, with rootstocks VC 805, VC 256 and VC 801 being significantly healthier than Duke 7. However yields were extremely low for 6-year-old 'Hass' trees and the evaluation was therefore discontinued in 2002. In the second orchard, 'Hass' trees on various rootstock selections were rated from the healthiest to the poorest: Merensky 2, Merensky 3, V100, Duke 7, Edranol seedlings, Merensky 4, Gordon and Jovo. Merensky 2, Merensky 3 and V100 out-performed the Duke 7 rootstock in terms of yield and root rot resistance.

In the avocado rootstock breeding program, so far three root rot resistant seedlings were selected for field evaluation. These were propagated, grafted with 'Hass' and planted in new orchards in 2000 and 2003 respectively.

Key Words: avocado, rootstocks, root rot, *Phytophthora cinnamomi*

INTRODUCTION

Root rot of avocado, caused by *Phytophthora cinnamomi*, is the most important avocado disease in South Africa. Currently, the South African avocado industry relies on chemical control of root rot with phosphite compounds, and the use of the Duke 7 rootstock which is moderately tolerant to root rot. The long term aim of this project is to select and evaluate high yielding avocado rootstocks with resistance to root rot. To achieve this aim, this project includes a rootstock breeding program, and a field evaluation in which various vegetatively propagated rootstock selections are evaluated for their root rot resistance and yield in comparison with the Duke 7 rootstock.

MATERIALS AND METHODS

Breeding program. This ongoing program was initiated in the early 1990s. The avocado rootstock breeding block contains 20 different rootstocks which have shown superior performance under *Phytophthora cinnamomi* pressure (e.g. Duke 7, Merensky 1, 2 and 3, G755A). These trees undergo open pollination. Pollen from commercial avocado cultivars is excluded from the breeding block by the remoteness of the breeding block from commercial orchards.

Seedlings from this block (between 1500 to 3500 per annum, depending on the yields) are screened for resistance to root rot by exposure to a virulent strain of *Phytophthora cinnamomi* in a mistbed. The seedlings are planted in *Phytophthora* infested vermiculite and evaluated for root health after six weeks. Selected seedlings are then cloned and re-tested (10 of each) in the mistbed as described above. Only the best rootstocks selected in the second mistbed screening are propagated and grafted with 'Hass' for field trials in which they are evaluated for yield and resistance to root rot over a period of six years.

Field evaluation. The experimental orchards are situated at Westfalia Estate in the Limpopo Province of South Africa (latitude 24°S). This is a summer rainfall area (average 1300 mm per year). The soil type is a fine-loamy, red, mixed paleudult with a clay content of approximately 40%. Irrigation is scheduled by means of tensiometers and applied by micro sprinklers.

The rootstocks were evaluated in an orchard heavily infested with *Phytophthora cinnamomi*, and no root rot control treatments were applied. Two experimental blocks were planted which contained 270 (Block 1) and 210 (Block 2) trees on various clonal rootstocks, interplanted with 250 (Blocks 1 and 2) trees on root rot susceptible Edranol seedling rootstocks. For comparison, the current commercial standard rootstock, the tolerant Duke 7, was also included. Thirty clonal trees were used per rootstock and were planted in a randomised block design. All trees were grafted with 'Hass'.

Block 1 was planted in October 1996, and contained the following rootstock selections from Israel: VC 207, VC 218, VC 225, VC 241, VC 256, VC 801 and VC 805 (Zilberstaine & Ben Ya'acov, 1999). Block 2 was planted in February 1998, and contained South African rootstocks. These rootstocks originated from productive trees, which survived root rot, and were selected at Westfalia Estate (Botha, 1991): Merensky 2 (Dusa), Merensky 3 (Evstro), Merensky 4 (W 14), Jovo and Gordon. A Velvick selection from Australia was also included in Block 2.

Tree condition was rated annually in July, according to a disease index of zero (healthy) to 10 (dead) as described by Darvas, Toerien & Milne (1984). Tree yields were recorded annually. For tree size determination, trunk circumference was measured 20 cm above the ground level in June. Data on yield, tree condition and tree size were analysed by ANOVA; LSD's at the 1% or 5% significance level were used to compare rootstocks.

In 2002, no fungicidal sprays were applied in the test orchards to evaluate the rootstock effect on post harvest disease susceptibility of 'Hass' fruit. 'Hass' fruit grown on various rootstocks from the first and second orchard were stored for 28 days at 5.5°C to simulate sea shipment and were ripened at 18°C before being subjected to a post harvest evaluation.

RESULTS AND DISCUSSION

Breeding program. From 1993 through 2002, 76 seedlings with healthy roots were selected for further evaluation after undergoing the mistbed screening process for root rot resistance. Until 2002, three superior rootstocks were identified after the second mistbed screening. These were propagated, grafted with 'Hass' and planted in new orchards in 2000 and 2003 respectively for field evaluation.

Field evaluation. In the first and the second orchards (Blocks 1 and 2), tree condition declined in general. The ranking order of the rootstocks (from the healthiest to the poorest) remained consistent during the period 1999 to 2002. Tree condition ratings and yields of 'Hass' trees on rootstocks originating from Israel are presented in Table 1. Trees were rated from the healthiest to the poorest: VC 805, VC 256, VC 801, VC 207, VC 218, VC 241, Duke 7, Edranol seedlings and VC 225, with rootstocks VC 805, VC 256 and VC 801 being significantly healthier than Duke 7. Although trees on rootstock VC 801 were relatively healthy, crown rot was observed on 10% of the trees. No other rootstock was affected by crown rot. Yields were extremely low for 6-year-old 'Hass' trees and the evaluation was therefore discontinued in 2002. Tree condition ratings and yields of 'Hass' trees on rootstocks originating from South Africa are shown in Table 2. Trees were rated from the healthiest to the poorest: Merensky 2, Merensky 3, V100, Duke 7, Edranol seedlings, Merensky 4, Gordon and Jovo. Merensky 2 and V100 yielded significantly better than Duke 7 over the three-year period 2000 through 2002. 'Hass' trees on Merensky 2 rootstock also provided excellent yields in Californian field trials (Menge, 2002). In Blocks 1 and 2, the vigour of 'Hass' trees as determined by trunk circumference measurements was in general higher in trees with good condition (Table 2, data for Block 1 not shown).

The post harvest evaluation showed that the 'Hass' fruit grown on various rootstocks were of good quality. The incidence of anthracnose was low and there were no differences between rootstocks (data not shown). This is in contrast with rootstock studies conducted by Willingham *et al.* (2001) finding that rootstock race had a significant impact on postharvest anthracnose susceptibility.

CONCLUSIONS

The health condition of 'Hass' trees on various vegetatively propagated rootstock selections declined in general. The ranking order of the rootstocks remained consistent during the period 1999 to 2002. In the first orchard, the Israeli rootstocks VC 805, VC 256 and VC 801 were significantly healthier than Duke 7, however yields were disappointingly low for 6-year-old 'Hass' trees and testing was therefore discontinued. In the second orchard, rootstocks Merensky 2, Merensky 3 and the Velvick selection V100 out-performed the Duke 7 rootstock in terms of yield and root rot resistance.

Acknowledgements

This project is jointly funded by the Hans Merensky Foundation and by the South African Avocado Growers' Association. We would like to express our appreciation to T. Bruwer and A. Ratshili for managing the MTS avocado rootstock breeding program.

REFERENCES

BOTHA T 1991. Evaluasie van avokado-onderstamme - voorlopige verslag. South African Avocado Growers' Association Yearbook 14: 87-88

DARVAS JM, TOERIEN JC, MILNE DL 1984. Control of avocado root rot by trunk injection with phosphetyl-Al. Plant Disease 68: 691-693

MENGE JA, ZENTMYER GA, MCKEE B, POND E, BENDER G, ARPAIA M, FABER B, CROWLEY M, CLEGG M, CHAO T, ASHWORTH V, MAUK P 2002. Screening and evaluation of new rootstocks with resistance to *Phytophthora cinnamomi*. Proceedings of the California Avocado Research Symposium 2002: 55-59

WILLINGHAM SL, PEGG KG, COATES LM, COOKE AW, DEAN JR, LANGDON PWB, BEASLEY DR 2001. Field management of avocado postharvest diseases. Acta Hort. 553: 435-438

ZILBERSTAIN M, BEN-YA'ACOV A 1999. Integration of strategies for controlling root rot in avocado in Israel. Revista Chapingo Serie Horticultura 5 Num. Especial: 251-253

Table 1. Condition (2001-2002) and yields (2000-2002) of 'Hass' trees on various vegetatively propagated rootstocks (Block 1, planted 10/1996). Tree condition was rated on a scale of 0 (healthy) to 10 (dead).

Rootstock	Tree condition		Yield (kg/tree)			
	2001	2002	2000	2001	2002	Cumulative
VC 805	3.6 d ¹	4.0 f ²	0.13	3.56 b ⁴	1.97 ⁵	5.66
VC 256	3.7 d	4.1 f	0.43	2.34	0.22	2.99
VC 801	4.0 d	4.3 f	1.77	10.11 a	4.93	16.81
VC 207	4.3 d	4.9 bcdef	0	0.34	0	0.34
VC 218	4.4 d	5.1 bcde	2.68	6.31	3.01	12.00
VC 241	5.8 bc	6.0 abcd	1.80	3.74	2.02	7.56
Duke 7	6.0 b	6.4 abc	0	0.22	0	0.22
Edranol seedlings	5.8 bc	6.5 ab	0.73	1.78	1.77	4.28
VC 225	7.3 a	7.6 a	0.14	0.03	0	0.17
Level of significance	<0.001	<0.001	NS ³	0.099		

¹ Mean separation in columns by LSD, 5% level. Means followed by the same letter are not significantly different.

² Mean separation in columns by LSD, 1% level. Means followed by the same letter are not significantly different.

³ NS=non-significant

⁴ Due to a high number of trees on various rootstocks producing either no crop or a very small crop, only rootstocks VC 805 and VC 801 could be tested at the 10% level.

⁵ Due to a high number of trees on various rootstocks producing either no crop or a very small crop, no ANOVA possible.

Table 2. Condition (2001-2002), yields (2000-2002) and trunk circumference (2002) of 'Hass' trees on various vegetatively propagated rootstocks (Block 2, planted 02/1998). Tree condition was rated on a scale of 0 (healthy) to 10 (dead).

Rootstock	Tree condition		Yield (kg/tree)			Trunk circumference (cm)
	2001	2002	2000	2001	2002	2002
Merensky 2	2.2 f ¹	2.1 e ²	2.01 abc ¹	8.56 ab ¹	11.80 a ¹	27.51 abc ¹
Merensky 3	2.3 ef	2.4 de	2.23 ab	8.56 ab	6.74 abc	29.61 ab
V100 ³	2.7 ef	2.9 de	1.97 abcd	10.72 a	10.07 ab	31.04 a
Duke 7	3.3 de	3.5 cde	0.51 e	2.79 c	2.18 c	22.33 de
Edranol seedlings	4.0 cd	4.2 bcd	1.25 abcde	3.41 c	5.16 bc	26.63 abcd
Merensky 4	4.9 bc	5.2 bc	2.36 a	4.83 bc	6.61 abc	22.69 de
Gordon	5.5 b	5.7 b	1.05 bcde	2.25 c	2.57 c	20.05 e
Jovo	7.6 a	8.8 a	0.53 e			
Level of significance	<0.001	<0.001	0.014	0.009	0.043	<0.001

¹ Mean separation in columns by LSD, 5% level. Means followed by the same letter are not significantly different.

² Mean separation in columns by LSD, 1% level. Means followed by the same letter are not significantly different.

³ Velvick selection

CELLULASE PRODUCTION BY VARIOUS SOURCES OF MULCH

Ben Faber¹ and Michael Spiers²

¹ University of California Cooperative Extension, Ventura, CA

² HortResearch, Ruakura, New Zealand

SUMMARY

Organic mulches are reported to control root rot of avocado, caused by *Phytophthora cinnamomi*. A possible mechanism for this control is enzyme (specifically cellulase and glucanase) production by the large microbial population supported by the mulch, which can degrade the cell walls of the pathogen. Samples of a wide range of organic mulches were set out in plots at two sites for two years. Rate of decomposition, measured as change in depth, and cellulase activity in the mulch, at the mulch-soil interface and in the soil were measured. Mulches with a low rate of decomposition tended to have low levels of cellulase activity, whereas mulches that decomposed rapidly varied in their cellulase activity. Manuka and eucalyptus mulches had the highest activities. Cellulase activity in the soil 5cm below the mulches was not increased by any of the mulches. Mulches taken from an avocado orchard had similar cellulase activities to mulches from the trial plots, but fresher samples (four months cf. two years) had lower activities. These findings need to be extended by establishing the level of cellulase necessary in the mulch to give control of the root rot fungus.

Key Words: cellulase, *Phytophthora*, mulch

INTRODUCTION

Biological control of *Phytophthora cinnamomi* in avocado through the use of mulches was identified by an Australian grower and later described as the "Ashburner Method" by Broadbent and Baker (1974a). The technique uses large amounts of organic matter as a mulch along with a source of calcium. Control of avocado root rot in the Ashburner method was attributed to the presence of *Pseudomonas* bacteria and actinomycetes (Broadbent and Baker 1974b). Multiple antagonists are more likely the cause of biological control, since no single organism has been found to be consistently associated with soils suppressive to *P. cinnamomi* (Cook and Baker, 1983).

The use of organic mulches has multiple effects, such as altered soil nutrient and water status (Robinson, 1988) and improved physical structure (Merwin *et al*, 1994). Any improvements in plant

status resulting from improvements in the growing environment can improve plant health. The effect of organic amendments on soil physical and chemical properties can vary considerably depending on soil texture and the environment. One of the most consistent effects of organic amendments is an increase in biological activity (Perucci, 1992). Increases in organic substrate lead to increased fungal and bacterial populations. In numerous cases, this increase in biomass has been associated with disease suppression (Shea and Broadbent, 1983; Malajzuk, 1983; Erwin and Ribiero, 1996). This biological control can be ascribed to several mechanisms: competition, antibiosis, parasitism, predation and induced resistance in the plant (Hornby, 1990).

The microbial biomass is responsible for release of enzyme products and polysaccharides in soils (Martens and Frankenburgh, 1991). The microbially-produced enzymes cellulase and glucanase have been demonstrated to have a significant effect on *Phytophthora* populations (Downer *et al*, 2001a; Downer *et al*, 2001b; and Downer *et al*, 2002). This mechanism of antibiosis is possible because the microbes are releasing these enzymes to solubilize organic matter. Unlike other fungi, *Phytophthora* have cell walls that are comprised of cellulose and in the process of decomposing organic matter with enzymes, an environment is created that is also hostile to the pathogen.

This study was designed to evaluate whether there are differences in the production of cellulase from different mulching materials in a field setting. The fields were established in two different environments to determine the impact of climate on cellulase production.

MATERIALS AND METHODS

Two sites with different climatic regimes and soil types were used. Te Puke Research Station (sandy loam) situated on the east coast of New Zealand's North Island has an annual rainfall average of 1691 mm and mean annual temperature of 14.5° C. Ruakura Research Center (loam soil texture) is an inland site with mean annual rainfall of 1190 mm and mean annual temperature of 13.7° C. At both stations, areas were cleared and cultivated and 1.5 meter by one meter plots of mulch materials were laid out in the open. Materials were spread to a depth of 100 mm in side-by-side plots and covered with polypropylene bird netting to prevent wind dispersion. Materials included those easily available from windbreak plantings, such as poplar, willow and casuarina, as well as materials from the forest and greenwaste industries. These materials were also selected for their range in texture and potential rate of decay. Each material was replicated two times at each site.

Windbreak materials were chipped in place and applied as fresh materials at the test sites. One of the mulches was inoculated with *Trichoderma*, a beneficial fungus. At Ruakura, 21 materials were evaluated and 23 at Te Puke (Table 1). Weeds were controlled by occasional glyphosate sprays. Depths of the mulches were measured at the end of one and two years. Cellulase activity was measured in samples of the mulch, the mulch-soil interface and soil at a depth of 5cm at Ruakura and in samples of three mulches only at Te Puke at the end of year two.

Duplicate sub-samples (100 mg) were taken from each mulch or soil sample and incubated for four hours at room temperature with 2 ml of 2 mmol/L p.nitrophenyl-cellobioside in 50 mmol/L acetate buffer (pH 5.0). Cellulase activity was determined by absorbance at 410 nm and expressed as mmoles of substrate hydrolysed per hour per gram dry weight. This is a modification of the method of Tank and Webster (1988).

Least significant differences (LSD) between means at 5% significance were calculated using Genstat.

Table 1. Materials applied as mulches at Te Puke and Ruakura

Willow <i>Salix matsudana</i>	Cryptomeria <i>Cryptomeria japonica</i>	Poplar <i>Populus nigra</i>	Avocado <i>Persea americana</i>
Pine bark <i>Pinus radiata</i>	Eucalyptus <i>Eucalyptus globulus</i>	Casuarina <i>Casuarina cunninghamiana</i>	Bamboo* <i>Phyllostachys bambusoides</i>
Cypress* <i>Cupressus sempervirens</i>	Manuka <i>Leptospermum scoparium</i>	Pine sawdust	Pine wood chips + cow manure
Greenwaste + chicken manure compost	Biosolids compost	Recycled wood chips, fine	Recycled wood chips, coarse
Greenwaste compost screenings, coarse	Greenwaste compost screenings, fine (1)	Greenwaste compost screenings, fine (2)	Composted pine bark
Composted pine bark + <i>Trichoderma</i>	Composted greenwaste	Wool waste	*@Te Puke only

RESULTS AND DISCUSSION

Since cellulase production is part of the decomposition process, the rate of decomposition should be a partial indicator of the amount of cellulase present. Graph 1 shows the depths of various materials at the Ruakura site after one and two years of decomposition. After a mulch application there is generally settling due to rainfall-caused compaction, but much of the decline by the second year is due exclusively to decomposition. The more recalcitrant materials, such as bark, wood chips and sawdust have barely lost half their depth after two years, while others such as shredded eucalyptus, manuka, avocado and willow are less than 20% of their initial depth. Much of the shredded/chipped material, such as eucalyptus had a significant fraction of leaves in the mulch. The wool disappeared a little after one year. The greenwaste + chicken manure compost is nearly the same depth as the wood chips, since it is a material that had gone through a decomposition process prior to its application and much of the easily digestible materials had already been decomposed. Decomposition at Te Puke followed a similar pattern (data not shown).

The rate of decomposition has some bearing on the rate of cellulase production (Graph 2). Eucalyptus and manuka had the two greatest rates of decomposition and show the highest levels of cellulase production. However, poplar, willow and avocado had high rates of decomposition, but their cellulase activities were half those of manuka and eucalyptus. Cellulase level regressed against the two year loss of the materials gave an equation of :

Cellulase = -19.64 + 13.72 (dry matter loss). The P-value in the ANOVA tables is less than 0.10 so there is a 90% confidence in the fitted model. The correlation coefficient (R^2) equals 0.388 which indicates a weak relationship between the variables.

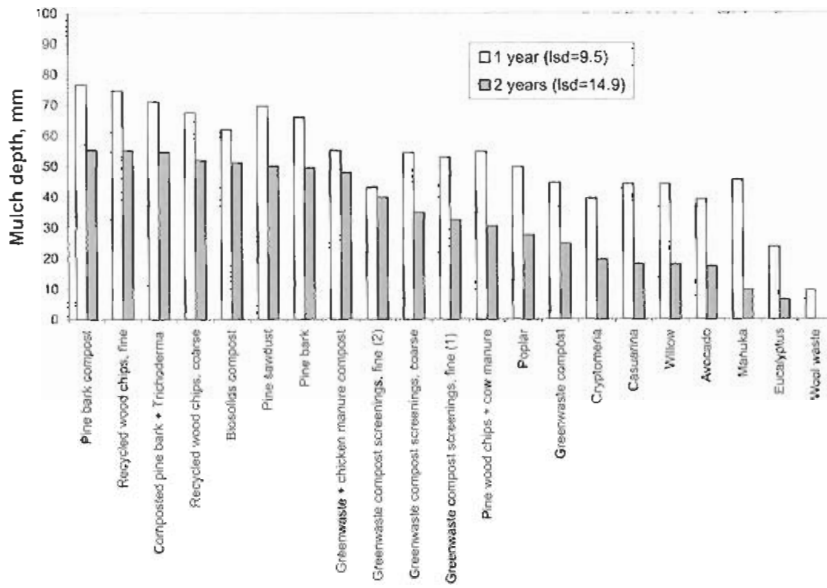
Cellulase activities of the manuka samples from Ruakura and Te Puke were similar (Graph 2). It is clear that the cellulase effect is limited to the layer of mulch and not to depth within the soil. There is some effect at the soil surface, but at 5 cm. cellulase activity drops to background levels (Graph 2). There is earthworm activity at these test sites and one idea was that earthworm incorporation of organic matter would move the cellulase production into the soil. Maybe with further time this would occur. As it is, when mulches are applied to avocado, the roots tend to proliferate in the mulch, out of the soil where the cellulase activity is the least.

We do not know what levels of cellulase are necessary to control the root rot fungus. It may be that levels seen with pine bark are more than adequate. Also we have measured cellulase pro-

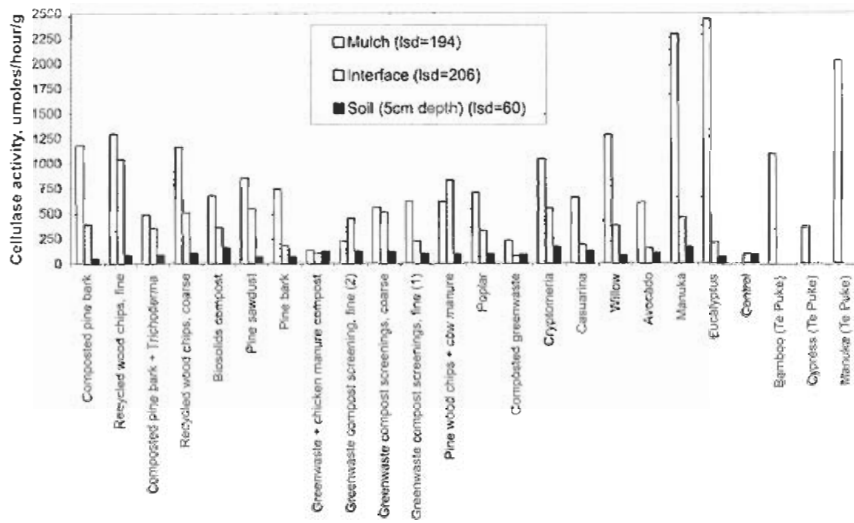
duction at only one time in a two-year period and it is quite likely that this does not fully represent what is happening before and after. A further reminder is that cellulase is only one of the many by-products associated with decomposition and many of the antagonistic properties that are associated with the microbial biomass are not being measured in this trial. Having developed this screening procedure, what needs to be done next is to take high, medium and low cellulase producing mulches and challenge the fungus to verify that this is a good way to evaluate mulches.

REFERENCES

- BROADBENT, P. AND K.F. BAKER. 1974a. Behavior of *Phytophthora cinnamomi* in soils suppressive and conducive to root rot. *Aust. J. Agric. Res.* 25:121-137.
- BROADBENT, P. AND K.F. BAKER. 1974b. Association of bacteria with sporangium formation and breakdown in *Phytophthora* spp. *Aust. J. Agric. Res.* 25:139-145.
- COOK, R.J. AND K.F. BAKER. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. *Amer. Phytopathol. Soc. Press, St. Paul, MN.* 539 pp.
- DOWNER, A.J., J.A. MENGE AND E. POND. 2001a. Effects of cellulytic enzymes on *Phytophthora cinnamomi* Rands. *Phytopath.* 91:839-846.
- DOWNER, A.J., J.A. MENGE AND E. POND. 2001b. Association of cellulytic enzyme activities in eucalyptus mulches with biological control of *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopath.* 91:847-855.
- DOWNER, J., B. FABER AND J. MENGE. 2002. Factors affecting root rot control in mulched avocado orchards. *HortTech.* 12(4): 601-605.
- ERWIN, D.C. AND O.K. RIBIERO. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide.* *Amer. Phytopathol. Soc. Press. St. Paul, MN.* 562. pp.
- HORNBY, D. 1990. *Biological control of soil-borne plant pathogens.* *CAB Int'l. Wallingford, U.K.* 479 pp.
- MALAJZUK, N. 1983. Microbial antagonism to *Phytophthora*. Pps. 197-218. In: *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology.* D.C. Erwin, S. Bartinicki-Garcia, P.H. Tsao, Eds. *APS Press, St. Paul, MN.* 392 pp.
- MARTENS, D.A. AND W.T. FRANKENBURGH. 1991. Saccharide composition of extracellular polymers produced by soil microorganisms. *Soil Biol. Biochem.* 23:731-736.
- MERWIN, I.A., W.C. STILES AND H.M. VAN ES. 1994. Orchard groundcover management impacts on soil physical properties. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119-222.
- PERUCCI, P. 1992. Enzyme activity and microbial biomass in a field soil amended with municipal refuse. *Biol. Fertil. Soils* 14:54-60.
- ROBINSON, D.W. 1988. Mulches and herbicides in ornamental plantings. *HortSci.* 23:547-551.
- SHEA, S.R. AND P. BROADBENT. 1983. Developments in cultural and biological control of *Phytophthora* diseases. Pps. 335-350. In: *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology.* D.C. Erwin, S. Bartinicki-Garcia, P.H. Tsao, Eds. *APS Press, St. Paul, MN.* 392 pp.
- TANK, J.L. AND J.R. WEBSTER. 1988. Interaction of substrate and nutrient availability on wood biofilm processes in streams. *Ecology* 79 (6): 2168-2179.



Graph 1. Depths of applied mulches at Ruakura, one and two years after application. Initial depth was 100 mm.



Graph 2. Cellulase activity within the mulch, at the soil-mulch interface and at a depth of 5 cm in the soil below the mulch

A NEW PHOSPHOROUS ACID FORMULATION FOR THE EFFECTIVE CONTROL OF *PHYTOPHTHORA* ROOT ROT OF AVOCADO ORCHARDS

A. Botha¹, J.E. Skinner¹ and Dr. A. Hough²

¹Ocean Agriculture, P.O. Box 741, Muldersdrift, 1741, South Africa.
E-mail: adri@oceanag.co.za

¹Ocean Agriculture, P.O. Box 741, Muldersdrift, 1741, South Africa.
E-mail: john@oceanag.co.za

²Lowveld Agricultural Laboratories, P.O. Box 77, Schagen, 1207, South Africa.
E-mail: hough_ia@soft.co.za

SUMMARY

Avoguard 500 SL is a new phosphorous acid formulation developed in South Africa for the fast, efficient and economic control of *Phytophthora* root rot of avocado trees. The product is specifically formulated for quicker uptake and less phytotoxicity on avocado trees. Residue results show increased levels of active ingredient in the roots persisting for longer thus giving more effective and longer lasting protection against infection. Three severely affected by root rot was recovered to an excellent condition using only two injections with Avoguard 500 SL, proving the benefit that this product can provide avocado producers. Avoguard 500 SL is a great new tool to use in the control and management of root rot in avocado orchards.

Key Words: *Phytophthora*, root rot, phosphorous acid.

INTRODUCTION

Root rot of Avocado trees has been the most destructive and economically limiting factor in avocado production worldwide (Pegg *et al.*, 2002). The disease is caused by *Phytophthora cinnamomi* and was first described by Rand in 1922 and first reported on avocado in Puerto Rico in 1929 (Tucker, 1929). In all the years that this problem has been researched no one solution has been

found and an integrated approach seems to be the only answer to control and manage this disease (Coffey, 1987; Erwin and Ribeiro, 1996). An integral part of this disease management strategy is the phosphorous acid based fungicides.

Phosphorous acid based fungicides are totally systemic and move both upward and downward in the tree, making it possible to apply the product to the tree as a trunk paint, foliar spray as well as trunk injections (Menge, 1999). The different applications all have some success but it seems from trials done that the best and most effective way of treating badly affected trees is through trunk injections (Menge, 1999).

The technique of using trunk injection of phosphorous acid to treat root rot in avocado was developed on the Westfalia Estates in South Africa in the early eighties (Darvas *et al.*, 1983) and after successful field-testing registration was given for trunk injection using potassium phosphonate in Australia (Pegg *et al.*, 1985).

A prominent avocado consultant in the Schagen area in Mpumalanga Province of South Africa, Dr Anthon Hough, investigated different compounds to dissolve phosphorous acid in order to improve the uptake, transport and to reduce phytotoxicity to trees. Ocean Agriculture formulated Avoguard 500 SL. Avoguard 500 SL contains a high level of phosphorous acid, which makes it possible to use less product, and is very rapidly translocated in the tree, making injections time efficient as well as giving rapid and long lasting protection against *Phytophthora* root rot.

MATERIALS AND METHODS

Trials were conducted to confirm the enhanced uptake and effective control of Avoguard 500 SL. The first trial was conducted on three farms in the Mpumalanga and Northern Provinces of South Africa, Shagen Nursery, Koelthof Estates and Humor Farm. Trees were injected with a standard potassium phosphonate product and Avoguard 500 SL at the same rate of active ingredient, 0.4 g / m² in order to compare the levels of phosphorous acid in the roots after treatment. Two applications were done in the season coinciding with the periods of most active root growth. Holes of size 4.5 – 4.8 mm were drilled around the circumference of the tree and the phosphorous acid products were applied with veterinary syringes. The standard potassium phosphonate was diluted to 10% active ingredient and 20 ml injected per syringe, in order to apply the recommended 0.4 g / m² drip area (South African Avocado Growers Association, SAAGA, recommendation). Because of the increased active ingredient in Avoguard 500 SL (500g / litre) only 3.6 – 7 ml was needed per syringe, depending on the size of the tree.

Samplings of trees roots were done 4, 8 and 12 weeks after the second application. The pale feeder roots were sampled at three positions for each tree. The first sample was taken near the trunk, the second midway between the trunk and the drip perimeter and the last on the drip perimeter. The samples were combined for the three sampling positions and the three replicates taken. Roots were placed in cool bags and frozen as soon as possible. Root residue analysis was done at SGS accredited laboratories in South Africa.

A second trial was conducted to confirm the ability of Avoguard 500 SL to recover severely root rot affected trees. The orchard trial was started in July 2001 on eight-year-old Fuerte trees on Thomas rootstock with a drip area of approximately 10 m² per tree. Trees showed severe root rot symptoms and were severely defoliated. Trees were injected on July 2001 and again on 4 January 2002, using the recommended rate for poor condition trees of 0.5g active ingredient / m² drip area. The condition of the trees was assessed on 17 October 2002, using the rating structure shown in table 1. Trees were firstly placed in to one of three primary groups, (1) healthy, (2) transitional and (3) weak, the primary groups were then sub divided each into three secondary groups,

(i) good, (ii) medium or (iii) poor. Results are expressed as the percentage of the trees falling into each category.

RESULTS AND DISCUSSION

Root residue analysis from the first trial done shows that Avoguard 500 SL applied at a standard rate of 0.4g a.i. / m² resulted in an average of 37% more phosphorous acid in the roots than the standard potassium phosphonate. Over time the levels of phosphorous acid dropped in the roots as it got diluted through tree growth, however Avoguard 500 SL persisted at higher levels in the root giving effective control over an extended period. The detailed results are given in table 2.

On evaluation of the efficacy trial on 17 October 2002 the trees had improved greatly and the results was impressive with trees having a dense rich and dark green canopy, most injected trees was in excellent condition and did not seem to need further treatment in the near future (see figure 1). A 100% of the Avoguard 500 SL injected trees were rated in primary group 1 (Healthy trees) in the control only 25% was rated in primary group 1, 50% was rated in group 2 (Transitional trees) and 25% was rated in group 3 (Seriously affected trees). The results are summarised in table 3.

CONCLUSIONS

Avoguard 500 SL was between 30 and 40% more effective than standard potassium phosphonate in terms of the levels of active ingredient (phosphorous acid) in the roots 4 weeks after injection. Observations done in the field showed that Avoguard 500 SL was taken up by the trees in a shorter time than the standard treatment, and the injection wounds callused over quickly, with no bleeding of sugars from the wounds (see figure 2). Avoguard 500 SL has the ability to improve the condition of trees severely damaged by root rot within a season, which has great economic implications for growers.

Acknowledgements

We would like to thank Dr. Anton Hough for his advice and active participation in the development of this product.

REFERENCES

- COFFEY MD 1987. *Phytophthora* root rot of avocado: an integrated approach to control in California. Plant Disease 71, 1046 – 1052.
- DARVAS JM, TOERIEN JC, MILNE DL 1983. Injection of established avocado trees for the effective control of *Phytophthora* root rot. Citrus and Sub-tropical Fruit Journal 591: 7 – 10.
- ERWIN DC, RIBEIRO OK 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. In: Erwin DC, Ribeiro OK (eds) American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, pp 562.
- MENGE JA, MAUK PA, ZENTMYER G 1999. Control of *Phytophthora cinnamomi* root rot of avocado. In: Arpaia ML, Hofshi R (eds) Proceedings of avocado brainstorming '99, www.avocadosource.com/Brainstroming_99.htm, pp 133 – 138.
- PEGG KF, COATES LM, KORSTEN L, HARDING RM 2002. Foliar, Fruit and Soilborne diseases. In:

Whiley AW, Schaffer B, Wolstenholme BN (eds) The Avocado: Botany, Production and Uses. CABI Publishing, Oxon UK, pp 299 – 338.

PEGG KF, WHILEY AW, SARANAH JD, GLASS RJ 1985. Control of root rot of avocado with phosphorous acid. Australian Plant Pathology 14, 25 – 29.

TUCKER CM 1929. Report of the Plant Pathologist. Report of the Puerto Rico Agricultural Experimental Station 1928: 29 – 35.

Table 1: Avocado rating structure

Primary groups	Secondary groups
1 Tree appears healthy	1 Excellent leaf canopy
	2 Very good canopy
	3 Good canopy
2 Tree in transitional state	4 10% tinning of canopy
	5 20% tinning of canopy
	6 30% tinning of canopy
3 Poor tree condition	7 50% tinning of canopy
	8 75% tinning of canopy
	9 >75% tinning of canopy

Table 2: Phosphorous acid residue results

Farm	Timing of sample	Phosphorous acid residue in roots (ppm)	
		Standard potassium phosphonate	Avoguard 500 SL
Schagen	4	17.4	28.8
Kloetehof	5	16.7	22.1
Humor	4	16.0	29.2
Humor	8	12.8	15.3
Schagen	12	5.9	10.2

Table 3: Detailed rating results

Ratings	Untreated control	Avoguard 500 SL injection
1 Excellent leaf canopy	20%	95%
2 Very good canopy	5%	5%
3 Good canopy	0%	0%
4 10% tinning of canopy	15%	0%
5 20% tinning of canopy	20%	0%
6 30% tinning of canopy	15%	0%
7 50% tinning of canopy	10%	0%
8 75% tinning of canopy	5%	0%
9 >75% tinning of canopy	10%	0%

Figure 1: Control tree (right) and Avoguard 500 SL injected tree (left)



Figure 2: Avoguard injection wound after one month (right) and after four months (left)



EVALUACIÓN EN CAMPO DE PATRONES CLONALES DE AGUACATE DE RAZA MEXICANA Y ANTILLANA TOLERANTE-RESISTENTES A *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* RANDS

Gallo Llobet, L.¹; Siverio de la Rosa, F.³; Rodríguez Pérez, A.^{1,2}; Domínguez Correa, P.¹; Pérez Zárate, S. y Díaz Hernández, S.¹

¹ Dpto. de Protección Vegetal del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (I.C.I.A.), Apdo. 60, C.P.: 38202 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias. Correo electrónico: lgallo@icia.es

² Dpto. De Microbiología y Biología Celular. Facultad de Farmacia. Universidad de la Laguna. C.P.: 38207 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.

³ Sección de Laboratorio de Sanidad Vegetal. Dirección General de Desarrollo Agrícola. Apdo. 60, C.P.: 38202 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto evaluar una selección de patrones clonales frente a *Phytophthora cinnamomi* Rands, agente causal de la podredumbre de raíz del aguacate. Se eligieron once patrones entre los que habían presentado un mejor comportamiento en ensayos de selección previos: diez de raza Antillana y un híbrido (Guatemalteco x Antillano), todos ellos procedentes de material local aclimatado en las Islas Canarias (España) y el cv Maoz de Israel. Dichos patrones fueron a su vez comparados con los patrones comerciales de raza Mexicana reconocidos por su tolerancia a *P. cinnamomi* Duke 7 y Thomas. Todo el material vegetal se propagó vegetativamente mediante la técnica de Frölich y Platt modificada.

El ensayo se estableció en 1999 en el I.C.I.A. (Tenerife, Islas Canarias), en una parcela altamente infestada desde hace 30 años, con un diseño experimental de bloques al azar y 12 repeticiones. Los patrones evaluados se ordenan de más sano a más enfermo según el Índice de Intensidad de la Enfermedad (IIE) después de 4 años, lo que implica una mayor o menor tolerancia a la podredumbre de raíz: SS3-1; Maoz H-5 6B; Gema; BH-2; La Planta 2-4; La Planta 2-8; H-15A (9,2); H-15A(6,13); H-15G(4,28); H-15A(2,1); Duke 7; Thomas; La Planta 1A.

Palabras Clave: Aguacate, Antillano, patrones, podredumbre radicular, *Phytophthora cinnamomi*, tolerancia-resistencia, evaluación, condiciones de campo.

INTRODUCCIÓN

La destrucción del cultivo del aguacate en Canarias debido a plantones infectados con *Phytophthora cinnamomi* de diversos orígenes introducidos en las Islas incontroladamente nos hizo plantearnos la necesidad de encontrar un patrón tolerante-resistente a la enfermedad de raza antillana, tradicionalmente utilizada como portainjertos y bien adaptada a nuestras condiciones.

Las principales características deseables en los patrones de aguacate son: resistencia a *P. cinnamomi*; tolerancia a la salinidad; adaptabilidad a suelos calcareos; árboles pequeños y altas producciones (Whyley, 1992). Desde los primeros trabajos realizados en Canarias se pudo observar mediante pruebas comparativas de patogeneicidad, que el porcentaje de resistencia en la raza Antillana y sus híbridos es mayor que el encontrado en las razas Mexicana y Guatemalteca (Gallo, 1990). La raza Antillana muestra una mayor tolerancia a la salinidad (Oppenheimer, 1947) y a la clorosis inducida por suelos alcalinos, que la hacen especialmente valiosa en zonas de cultivo con estos problemas. Estas características han contribuido a potenciar el alto interés de la raza Antillana y su importancia en los programas de selección de patrones tolerante-resistentes a nivel mundial.

La selección de material vegetal antillano tolerante-resistente se llevó a cabo a partir de plántulas procedentes de semillas recolectadas de ecotipos locales presentes en las Islas Canarias, utilizando técnicas de resistencia en tanque con solución nutritiva e inóculo, en terrinas con tierra infestada y directamente en campo infestado. De las cabezas de clon se seleccionaron aquellas que mostraron un mayor vigor, atendiendo a un mejor desarrollo y ausencia de síntomas de la enfermedad, para ser propagadas clonalmente y reevaluadas nuevamente en campo infestado.

Duke 7, de raza Mexicana, se considera como resistente al frío y con moderada resistencia en campo a *P. cinnamomi* si no está injertado (Coffey y Guillemet, 1987), en los primeros ensayos realizados el 45% de los frutos de Duke 7 estudiados mostraron un crecimiento vigoroso en invernadero con tierra infestada de forma natural (Zentmyer, 1978). Thomas, de raza Mexicana, proviene de un árbol superviviente en un área infestada con *P. cinnamomi* en Escondido (California) recolectado por Fred Guillemet y Frank Koch en 1979. Maoz, de raza Antillana, fue seleccionado en Israel por su tolerancia a sales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en 1999 en una finca experimental del ICIA (Valle de Guerra, Tenerife, Islas Canarias) altamente infestada con *P. cinnamomi* desde hace más de 30 años. La presencia del hongo se confirmó mediante aislamiento en distintos medios de cultivo de raicillas y tejido de frutos trampa de aguacate. La parcela de ensayo está situada en un suelo arcilloso-limoso con un marco de plantación de 4x4 m y riego por goteo; se realizan labores de control de malas hierbas mediante escarda.

El origen y las características de los patrones en ensayo se recogen en la Tabla 1. Todo el material vegetal se propagó vegetativamente mediante la técnica de Frölich y Platt (1972) modificada (Fernández y Galán, 1986).

Se realizó un **diseño de bloques al azar con 12 repeticiones por patrón**. La **tolerancia-resistencia al patógeno de los patrones estudiados en condiciones de campo se evaluó anualmente** indicando el **porcentaje de plantas que habían sobrevivido**; su **comportamiento fue medido mediante un índice**

de intensidad de la enfermedad (IIE) en una escala visual en la que 0=sano y 5=completamente defoliado y muerto (Gabor y col., 1990). También se realizaron mediciones del diámetro del tronco a 10 cm del suelo y del perímetro de la copa, así como de la longitud del tallo. Con la suma de estos parámetros se creó una variable de desarrollo vegetativo, la cual se estandarizó con la media y la desviación estandar de la población, y se analizó mediante análisis de varianza utilizando el paquete estadístico Systat 10. La separación de medias se realizó mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el IIE de los patrones evaluados después de 4 años de ensayo, ordenándose de más sano a más enfermo, lo que implica una mayor o menor tolerancia a la podredumbre de raíz: SS3-1; Maoz H-5 6B; Gema; BH-2; La Planta 2-4; La Planta 2-8; H-15A (9,2); H-15A(6,13); H-15G(4,28); H-15A(2,1); Duke 7; Thomas; La Planta 1A. Los patrones antillanos también mostraron un mejor desarrollo vegetativo que los mexicanos, con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la mayoría de los casos (Fig. 2).

Thomas se eligió como patrón de comparación por considerarse en California el de mejor comportamiento en condiciones de campo al ser evaluado frente a 11 patrones tolerantes (Mengue y col., 1992), asimismo se ha utilizado Duke 7 por poseer una moderada tolerancia frente al patógeno y ser una referencia conocida mundialmente.

La búsqueda de patrones resistentes a *P. cinnamomi* empezó en 1952 en la Universidad de California (Riverside), donde se trabajó en la recolección de germoplasma en regiones nativas del género *Persea* y en zonas donde la enfermedad había estado presente durante muchos años. Como resultado de este proceso se seleccionaron entre otros los patrones: Duke 6, Duke 7, G6, G755A, G755B, G755C, G1033, G1038, G1077, Thomas, Toro Canyon, D9, Barr Duke, considerados como tolerante-resistentes a la enfermedad y con buenas características agronómicas (Coffee, 1987; Botha y Kotzé, 1989). Estos trabajos de búsqueda de resistencia a *P. cinnamomi* en California se realizaron principalmente con *P. americana* de las razas Mexicana y Guatemalteca. En Sudáfrica también se están llevando a cabo programas de selección de patrones tolerantes en las razas Mexicana y Guatemalteca desde 1992 (Bijzet y col., 1993; Breedt y col., 1995).

En Israel, poco después de la identificación del patógeno en 1982, se inició la selección de patrones tolerante-resistentes a *P. cinnamomi*, perteneciendo la mayoría de los seleccionados a la raza Antillana (Zilberstaine y col., 1992; Ben-Ya'acov y Michelson, 1995). El porcentaje de resistencia observado en esta raza es mucho mayor que el encontrado en las razas Mexicana y Guatemalteca (Ben-Ya'acov y Michelson, 1995). Respecto a la producción, Ben-Ya'acov y col. (1993) demostraron que después de 6 años de producción acumulada en el cv Ettinger, el patrón Schiller N°10 de raza Antillana produjo un 14% más por árbol que el patrón N°1 de raza Mexicana.

Ploetz y col. (2002) estudian la respuesta de la polinización abierta en la progenie de semillas de aguacate procedente del "National Germ plasm repository in Miami" frente a la podredumbre de raíz y observa que las familias de material vegetal más susceptibles presentan podredumbre de raíz en un 97%. En las más tolerantes es menor al 60%. Este trabajo afirma que existe una relación muy estrecha entre el grupo racial y la resistencia de las semillas, concluyendo que las semillas de la raza Antillana y sus híbridos con la raza Guatemalteca son significativamente más resistentes.

Los resultados de la evaluación y comparación después de 4 años de los patrones clonales seleccionados en Canarias de raza Antillana y Antillana x Guatemalteca frente a los patrones de raza Mexicana considerados como tolerante-resistentes a *P. cinnamomi* Thomas y Duke 7 concuerda con lo establecido para la raza Antillana en los trabajos anteriormente señalados

CONCLUSIONES

Se confirma nuevamente un mayor grado de tolerancia-resistencia en los clones antillanos seleccionados en Canarias frente al material mexicano seleccionado en California y utilizado como comparación en nuestras condiciones.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación ha sido financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Proyectos INIA Sc 96-085; INIA RTA 01-098, y por la Unión Europea (STD3), Life Sciences and Technologies for Developing Countries, Proyecto TS3*CT94-0308.

BIBLIOGRAFÍA

- BEN-YA'ACOV A, MICHELSON E 1995. Avocado Rootstocks. Horticultural Reviews. 17:381-429.
- BEN-YA'ACOV A, MICHELSON E, SELA I Y QEVUZAT SCHILLER ORCHARDS WORKERS 1993. Field study of avocado seeded rootstocks and scions source: final report of experiments planted as commercial orchards. 3. A comparison of Mexican and West Indian rootstocks for "Ettinger" variety, planted in 1875 at Qevutzat Schiller. Alon haNorea 47:26-30.
- BIJZET Z, SIPPEL D, KOEKEMOER P 1993. Avocado Breeding: a progress report. South African Growers' Association Yearbook. 16: 86-89.
- BOTHA T, KOTZÉ J 1989. Susceptibility of avocado rootstocks to *Phytophthora cinnamomi*. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 12: 66-67.
- BREEDT H, KOEKEMOER P, BIJZET Z 1995. Progress report: selection of *Phytophthora* tolerant avocado rootstock 1992 to 1994. South Africa Avocado Growers' Association Yearbook. 18:4-6.
- COFFEY MD 1987 *Phytophthora* root rot of avocado an integrated approach to control in California. Plant Disease. 71:1046-1052.
- COFFEY MD, GUILLEMET F 1987 Profiles of UCR clonal rootstocks. California Avocado Society Yearbook. 71:169-171.
- FERNÁNDEZ GALVÁN D, GALÁN SAUCO V 1987. Adaptabilidad de distintos patrones de aguacate (*Persea americana*, Mill) a la propagación clonal en: Actas II Congreso S.E.C.H. Córdoba, España. 1986. pp: 51-58.
- FRÖLICH EF, PLATT RG 1972. Use of the etiolation technique in rooting avocado cuttings. California Avocado Society Yearbook. 55:98-109.
- GABOR RK, GUILLEMET FB, COFFETY MD 1990. Comparison of field resistance to *Phytophthora cinnamomi* in twelve avocado rootstocks. HortScience, 25: 1655-1656.
- GALLO LLOBET L 1990. Search for resistance to *Phytophthora* root rot in West Indian avocado rootstocks in the Canary Islands. Bull. OEPP/EPPO. 20:95-99.
- MENGUE JA, GUILLEMET FB, CAMPBELL S 1992. The performance of rootstocks tolerant to root rot caused by *Phytophthora cinnamomi* under field conditions in southern California. Proceedings of the 2nd World Avocado Congress. Riverside, CA. 1:101-104.

OPPENHEIMER C 1947. The acclimatisation of new tropical and subtropical fruit trees in Palestine. Bull. Agri. Res. Stn. Rehovot, 44.

PLOETZ R, SCHNELL RJ, HAYNES J 2002. Phytoparasitica 30:262-268.

WHILEY AW 1992. Avocado varieties and rootstocks – a review. In: Proceedings of the avocado research workshop. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, pp. 15-20.

ZENTMEYER GA 1978. Origin of root rot resistant rootstocks. California Avocado Society Yearbook 62:87-89.

ZILBERSTAIN M, BEN-YA'ACOV A, SELA I 1992. Selection of avocado rootstocks resistant to root rot in Israel. Proceedings of the Interamerican Society of Tropical Horticulture. 36:15-19.

Tabla 1: Patrones clonales de aguacate utilizados para ensayos de campo en suelo infestado con *P.cinnamomi*.

Patrón	Raza hortícola	Origen geográfico	Observaciones	Test de selección	Fecha
Thomas	Mexicano	Escondido. California	Colección de campo en zona infestada. Susceptible a <i>P. citricola</i> .		
Duke 7	Mexicano	Riverside. California	Test de selección a la podredumbre de raíz (<i>P.c.</i>). Tolerante a <i>P.citricola</i> .		
Maoz H5-B6	Antillano	Israel	Patrón obtenido de semilla, aclimatado a las Islas Canarias. Tolerante a salinidad y clorosis.	TSN + PI	19/09/88
SS3-1	Antillano	San Sebastián. La Gomera. I.C. España.	Colección de patrones locales.	TNI + PI	17/11/89
BH-2	Antillano	Barranco Hondo. Tenerife. I.C. España.	Huerto con patrones antillanos sin injertar.	TNI + PI	27/07/87
La Planta 2-4	Antillano	Güímar. Tenerife. I.C. España.	Huerto con patrones antillanos sin injertar.	TNI + PI	26/11/88
La Planta 2-8	Antillano	Güímar. Tenerife. I.C. España.	Huerto con patrones antillanos sin injertar.	TSN + PI	10/02/89
La Planta 1-A	Antillano	Güímar. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con <i>P.c.</i>	TSN + PI	17/02/86
H-15 A (9, 2)	Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con <i>P.c.</i>	PI	07/08/92
H-15 A (6, 13)	Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con <i>P.c.</i>	PI	07/08/92
H-15 G (4, 28)	Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con <i>P.c.</i>	PI	07/08/92
H-15 A (2, 1)	Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Parcela infestada con <i>P.c.</i>	PI	07/08/92
Gema	Guatemalteco x Antillano	Valle de Guerra. Tenerife. I.C. España.	Colección de variedades en parcela infestada.	TNI + PI	09/10/92

TSN= Tanque + solución nutritiva + *P.c.*; TNI= Terrina con suelo natural infestado con *P.c.*; PI= Parcela infestada de forma natural con *P.c.*; I.C.= Islas Canarias; *P.c.*= *Phytophthora cinnamomi*.

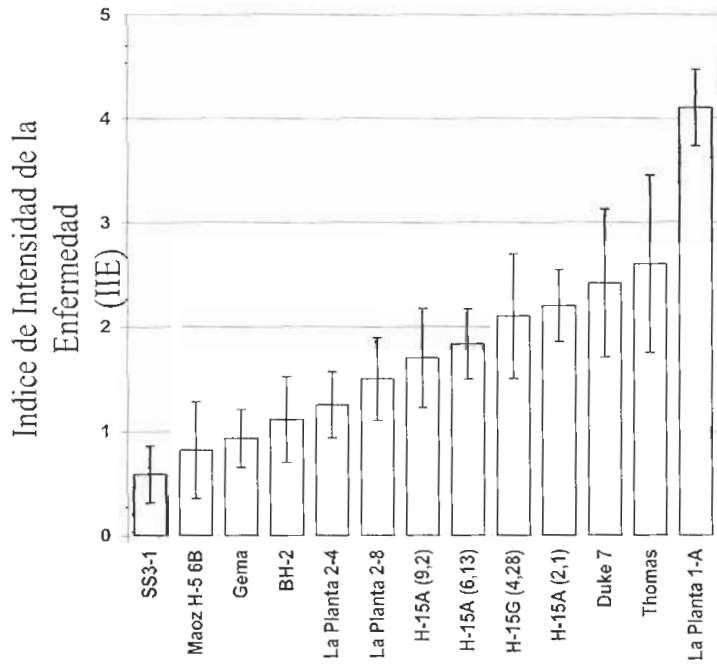


Figura 1: Tolerancia-resistencia de 13 patrones clonales a la podredumbre de raíz producida por *P. cinnamomi*. Media del Índice de Intensidad de la Enfermedad (\pm error estándar) a los 4 años en una escala visual entre 0-5 (0=planta sana; 5= planta muerta).

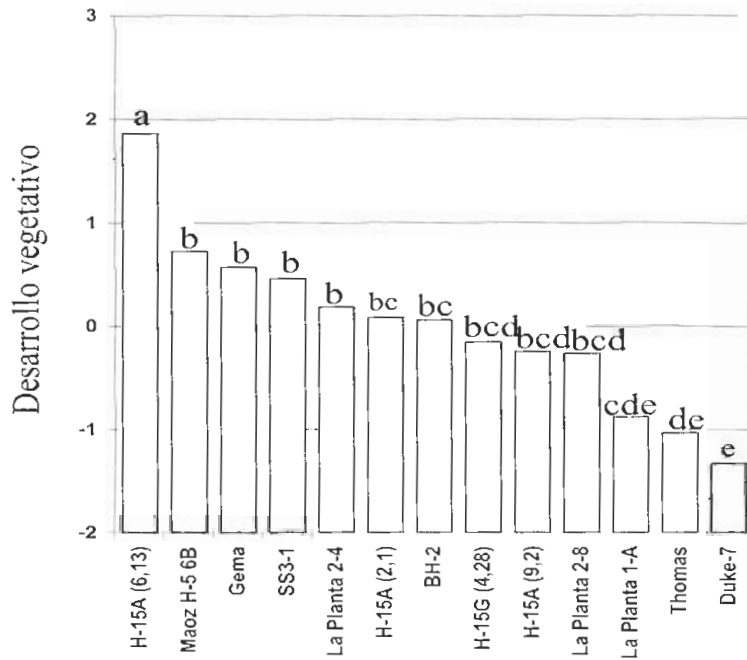


Figura 2: Desarrollo vegetativo ($S = \Sigma \text{diámetro} + \Sigma \text{altura} + \Sigma \text{perímetro}$, datos estandarizados) de 13 patrones clonales después de 4 años de ensayo.

EVALUATION OF ALTERNATIVE FUNGICIDES FOR CONTROL OF CERCOSPORA SPOT ON 'FUERTE'

A Willis and JA Duvenhage

Merensky Technological Services. P O Box 14. Duiwelskloof 0835. South Africa.

E-mail: anitaw@hansmerensky.co.za

ABSTRACT

Cercospora spot caused by *Pseudocercospora purpurea* is the most serious pre-harvest disease of avocado in South Africa. The disease is typically controlled by high volume copper sprays which may cause build up of copper in soils. Alternative chemicals were evaluated during the 1999/2000, 2000/1 and 2001/2 seasons for control of Cercospora spot and post harvest diseases with the aim to reduce or replace copper sprays. The experiments were carried out in a high disease pressure orchard at Westfalia Estate in Limpopo Province, South Africa. Results from the 1999/2000 and 2000/1 seasons indicated that azoxystrobin should be further evaluated in the 2001/2 season. Sulphur and chlorothalonil were evaluated for the first time, as well as other non-copper compounds mixed with lowered rates of copper oxychloride. Fruit of different treatments were evaluated for incidence of Cercospora spot, sooty blotch and visible spray residues in the orchard. A sample of fruit from each treatment was stored at 5.5°C for 28 days, and evaluated for post-harvest diseases and disorders after ripening at 20°C. In 2001/2, disease pressure was extremely high in the experimental orchard and 2 to 3 applications of copper oxychloride (3g/R) gave the best control of Cercospora spot. The lower rate of copper oxychloride (2g/R) combined with Ferric chloride gave fair results. Azoxystrobin and chlorothalonil yielded disappointing results for Cercospora spot control, however azoxystrobin did result in lower incidence of post harvest anthracnose than standard copper oxychloride.

Key Words: *Pseudocercospora purpurea*, Cercospora, pre-harvest disease, avocado, Fuerte, copper.

INTRODUCTION

Cercospora spot caused by *Pseudocercospora purpurea* is still the most serious pre-harvest disease of green skin avocados in South Africa. The disease is characterised by raised shiny black spots, 1-6mm in diameter in the early stages, with spots becoming sunken in later stages (Darvas, 1982). The most critical period for *Cercospora* spot infection on 'Fuerte' is early in the rainy season. Spore production of the pathogen is associated with rainfall and favourable warm temperatures (Darvas and Kotze, 1979). *Cercospora* spot is usually controlled by two to five high volume applications of copper fungicides during the rainy period (October to February) and Benomyl has often been included once per season. The presently growing need to reduce the amount of copper applied to orchards, is driven by export markets as well as the future sustainability of farming operations. Trials carried out during the 2000/1 season in a high disease pressure orchard on Westfalia Estate showed that certain products needed to be evaluated further. Treatment with copper oxychloride followed by lime sulphur, azoxystrobin, a *Bacillus* spp or *Bacillus subtilis* gave similar control. The *Bacillus* spp. and *Bacillus subtilis* are both natural antagonists, and as *Bacillus subtilis* (Avogreen®) is already a registered commercial product for *Cercospora* spot and anthracnose control in South Africa, neither was tested further. Of the strobilurins previously tested, azoxystrobin gave the best control of *Cercospora* spot and showed potential for anthracnose control, therefore it was evaluated further in the 2001/2 season (Duvenhage, 2002). Sulphur and chlorothalonil were evaluated for the first time in the 2001/2 season, as well as other non-copper compounds mixed with lowered rates of copper oxychloride. The aim of this project was therefore to test promising fungicides and new products as pre-harvest sprays for control of *Cercospora* spot and post-harvest diseases on 'Fuerte'.

MATERIALS AND METHODS

Chlorothalonil, azoxystrobin and sulphur were tested in comparison with standard copper oxychloride. Lowered rates of copper oxychloride were tested with various additives: Ferric chloride ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), chlorine dioxide and a quaternary ammonium compound (QAC) combination product. Ferric chloride has been used as an additive to lowered rates of copper oxychloride with good results for the control of bacterial black spot of mango (Manicom and Schoeman, 2001; Duvenhage *et al.*, 2001), therefore this treatment was evaluated on avocado in the 2001/2 season. Refer to Table 1 for treatment details.

The experiment was carried out at Westfalia Estate near Duiwelskloof in the Limpopo Province, South Africa. This region has a high potential for *Cercospora* spot infection due to the climate. Seven twenty-two-year old Fuerte trees were used for each treatment and treatments were applied by high volume spraying with handguns.

One hundred and forty fruit were randomly picked from each treatment and evaluated for incidence of *Cercospora* spot, sooty blotch and visible spray residues in the orchard during March 2002. A 0-3 scale was used for evaluations as follows:

<i>Cercospora</i> :	0= clean	1= 1-5 lesions	2= 6-10 lesions	3=>10 lesions
Sooty blotch:	0= clean	1= <20% fruit surf.	2= 21-50% fruit surf.	3=>50% fruit surf.
Spray residue:	0= clean	1= <20% fruit surf.	2= 21-50% fruit surf.	3=>50% fruit surf.

Two cartons of fruit (size 14 to 18) were sampled from each tree and stored at 5.5°C for 28 days to simulate shipment. Fruit were then ripened at 20°C and evaluated for post-harvest diseases and disorders upon ripening. A 0-3 scale was used for evaluations as follows:

Specific dis.: 0= clean 1= <20% fruit surf. 2= 21-50% fruit surf. 3= >50% fruit surf.

Statistical analysis of data was done using Tuckey's test at 95% significance level.

RESULTS AND DISCUSSION

There was extremely high disease pressure in the trial orchard probably due to a build up of inoculum in the trees over the past three seasons during which the orchard was used as a trial site. The untreated control had severe disease and no clean fruit at all. Two or three applications of Copper oxychloride gave the best control of *Cercospora* spot, and there was no significant difference between two or three copper oxychloride sprays. Treatment with azoxystrobin (4ml/10R) gave some disease control, though not significantly better than the untreated control and would probably be useful as a second spray following a copper spray. The lowered rate of copper oxychloride combined with Ferric chloride also gave some control and could be useful to further decrease copper levels applied to orchards. In comparison, the lowered rate of copper oxychloride combined with chlorine dioxide or QAC gave no significant control. Sulphur and chlorothalonil also gave disappointing results in this regard (Figure 1). Incidence of sooty blotch was low and no significant differences between treatments were observed. As could be expected, the copper oxychloride and sulphur containing products resulted in high incidence of visible spray residues, while the fruit from other treatments (azoxystrobin and chlorothalonil) were free of visible spray residues (Figure 2). Although no significant differences in the incidence of post harvest anthracnose were observed, standard copper oxychloride, lowered copper oxychloride with chlorine dioxide, and azoxystrobin treatments tended to result in lower incidence of anthracnose when compared to other treatments (Figure 3). There were no significant differences observed in the incidence of stem end rot, cold damage, vascular browning or other physiological disorders.

CONCLUSIONS

None of the products tested outperformed copper oxychloride (3g/R) for *Cercospora* spot control. However, azoxystrobin did reduce post harvest anthracnose more than any other product tested, although not significantly. Future trials will focus on low volume application techniques and low copper products, in order to reduce the amount of copper applied to orchards.

Acknowledgements

The authors wish to thank the South African Avocado Growers' Association for financial support and Westfalia Estate for the use of experimental orchards and funding. The technical assistance of Mr. H Mashele, Mr. T Mookamedi and Ms I Mashishi is much appreciated.

REFERENCES

- DARVAS J M 1982. Etiology and control of some fruit diseases of avocado (*Persea americana* Mill) at Westfalia Estate, D SC-thesis, University of Pretoria, Pretoria, SA
- DARVAS JM, KOTZE JM 1979. *Cercospora* spot of Avocados. South African Avocado Growers' Association Yearbook 3: 38-39
- DUVENHAGE JA 2002. Evaluation of new generation fungicides for control of *Cercospora* spot on avocado fruit. South African Avocado Growers' Association Yearbook 25: 11-13
- MANICOM B, SCHOEMAN M 2001. A simple, effective additive to copper oxychloride sprays to enhance the control of bacterial black spot of mango. South African Mango Growers' Association Yearbook 21: 22-24

Table 1. Treatments and dates of application

Treatment and date

	2 November 2001	3 December 2001	8 January 2002
1	Untreated control	-	-
2	Copper oxychloride (3g/P)	-	Copper oxychloride 3g/P)
3	Copper oxychloride (3g/P)	Copper oxychloride (3g/P)	Copper oxychloride (3g/P)
4	Azoxystrobin 250SC (3ml/10P)	Azoxystrobin 250SC (3ml/10P)	Azoxystrobin 250SC (3ml/10P)
5	Azoxystrobin 250SC (4ml/10P)	Azoxystrobin 250SC (4ml/10P)	Azoxystrobin 250SC (4ml/10P)
6	Sulphur (3g/P)	Sulphur (3g/P)	Sulphur (3g/P)
7	Sulphur (5g/P)	Sulphur (5g/P)	Sulphur (5g/P)
8	Chlorothalonil 500SC (3ml/P) Copper oxychloride (2g/P) +	Chlorothalonil 500SC (3ml/P)	Chlorothalonil 500SC (3ml/P) Copper oxychloride (2g/P) +
9	Buffer to pH6 + FeCl ₃ .6H ₂ O (5g/100P) Copper oxychloride (2g/P) +	-	Buffer to pH6 + FeCl ₃ .6H ₂ O (5g/100P) Copper oxychloride (2g/P) +
10	Chlorine dioxide(1ml/P)+ Wetter (2ml/10P)	-	Chlorine dioxide(1ml/P) + Wetter (2ml/10P)
11	Copper oxychloride (2g/P) + QAC (1ml/P)	-	Copper oxychloride (2g/P) + QAC (1ml/P)

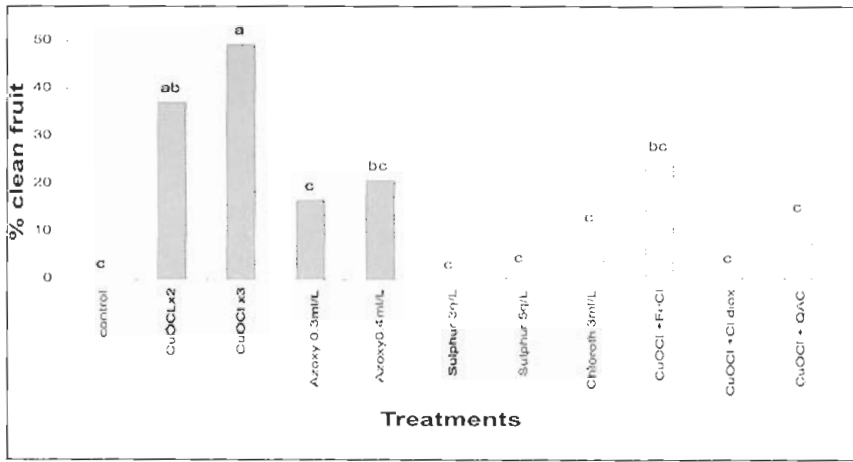


Figure 1: Percentage clean fruit; Cercospora spot 2002

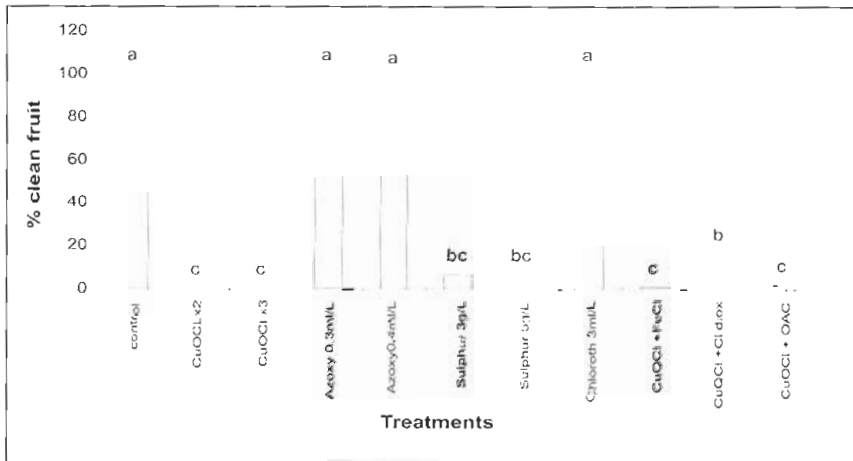


Figure 2: Percentage clean fruit: Visible spray residues 2002

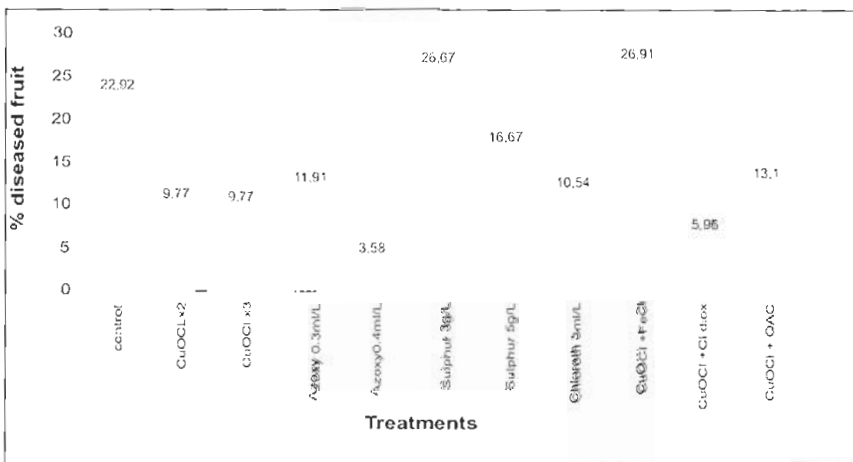


Figure 3: Incidence of post-harvest Anthracnose 2002.

LOGARITHMIC SYSTEMS FOR MEASURING SEVERITY OF ANTHRACNOSE AND SCAB IN AVOCADO FRUITS

D. Téliz-Ortíz,¹ G. Mora-Aguilera¹ and G. Ávila-Quezada²

¹Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Texcoco, México, C.P. 56230. Email: dteliz@colpos.mx, morag@colpos.mx

²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Ave. 4 sur No. 3820. Fracc. Vencedores del desierto. Delicias, Chihuahua, México. 33089. E mail: gavilaq@casca-bel.ciad.mx Trabajo de tesis doctoral en el Colegio de Postgraduados.

ABSTRACT

Scab (*Elsinoe perseae*) and anthracnose (*Glomerella cingulata*) are the major diseases of avocado fruit (*Persea americana*) in Michoacan, Mexico, reducing the fruit acceptability for national and export markets. This research presents two logarithmic diagrammatic scales based on the Horsfall-Barratt principle for the study of the *E. perseae* and *G. cingulata* pathosystems in avocado fruit. These scales provide a precise, accurate, and reproducible evaluation of each disease. The scales were generated calculating the ratio of diseased tissue on fruits with different severity levels using digital-image analysis and a software used to generate disease severity values for an evaluation system based on classes. Linear regression analyses of estimated and actual data from 30 evaluators were used to estimate precision (r^2), accuracy (b_1) and reproducibility (t-test of r^2 and b_1 of two trials). The precision and accuracy achieved during the validation of these measurement systems showed the scales to be reliable for field use ($r^2 > 0.8$ and $b_1 > 0.8$, respectively).

Key Words: Epidemiology, diagrammatic scale.

INTRODUCTION

Mexico is the World's first avocado (*Persea americana* Mill.) producer, turning out 782,000 metric tons – approximately 34% of the world total – from 96,000 ha (Teliz et al., 2000). The most serious diseases on avocado fruit in Mexico are scab and anthracnose.

Non-arbitrary systems have been proposed for the selection of numerical values for severity measurement, specifically those that follow the Weber-Fechner principle, are not decisively the most epidemiologically adequate due to their reproducibility, precision, and accuracy (Hebert, 1982; Shokes *et al.*, 1987). Evaluation systems designed with a logarithmic or linear principle can be equally adequate since with proper training accuracy and precision can be obtained (L. Campbell, 1998, personal communication; Nutter *et al.*, 1993). Scales and diagrams have been proposed to represent values or classes associated to an evaluation system regardless of the method used to select these values or classes (Campbell & Madden, 1990; Fetch & Steffenson, 1999).

MATERIALS AND METHODS

1. Collection of diseased fruits. Fruits of avocado 'Hass' with symptoms of scab and anthracnose were collected in the avocado-producing region of Michoacan, Mexico during the 1999 Winter. Five orchards were assessed for this purpose. The fruits were photographed and digitalized for subsequent area analysis.

2. Measurement of healthy and diseased areas of the fruits. Starting from the digital images of 50 avocado fruits with different degrees of severity and using Micrografx Designer 4.0®, healthy and diseased portions of the fruits were coloured (Figure 1). The ratio of the two areas was determined using Image Tool 1.28 for Windows, (Uni. of Texas, 1997). The proportions for healthy and diseased tissue allowed the calculation of disease severity.

3. Construction of the scale. Scales were generated with DOSLOG version 1.0 for Windows®, (Osada & Mora, 1997) which employs an adjustment of the method proposed by Horsfall & Barratt (1945), based on the Weber-Fechner law. The severity intervals were defined using midpoints of each class. An image with a severity value descriptive for each class midpoint was used to create the scales.

4. Validation. The reproducibility, precision, and accuracy of each measurement system were determined with the participation of students in two successive evaluations. They received 15-minute training in the use of the scale. Fifty photographs of fruits previously analyzed were shown with a digital image projector. Each evaluator used a colour diagrammatic logarithmic scale printed on a letter-size page to evaluate each fruit by comparison. Each measurement was correlated with actual data to estimate precision (r^2) and accuracy (b_1) through a simple linear regression model by SAS. r^2 values for the first and second evaluations were compared by t-test, for an equal number of b_1 for both evaluations were analyzed, to determine the reproducibility of the independent evaluations of the same images.

RESULTS

Anthracnose scale. The logarithmic scale was generated for a maximum severity of 88% (Figure 2). Each class was represented by a midpoint (in percent). The evaluators improved their precision, with values of r^2 averaging 0.85 in the first evaluation and 0.91 in the second. In general, precision (r^2) and accuracy (b_1) improved in the second evaluation. These results show that previous evaluator training is advisable to improve precision and accuracy of measurements. Reproducibility is inferred from the fact that r^2_1 (r^2 from the first evaluation) vs. r^2_2 and the first b_1 vs. the second b_1 did not show significant differences between the two evaluation sessions measured by a t-test. **Scab scale.** The measurement system considered a 100% maximum severity, distributed in eight classes (Figure 3). Determination coefficients were obtained in two repetitions. Forty-five percent of the evaluators improved their precision (from 0.85 to 0.94) and accuracy (from

0.94 to 1.01) in the two successive evaluations. **Precision.** Acceptable coefficients of determination (> 0.8) were achieved for both diseases, demonstrating precision can be obtained with the use of these measurement systems. On the contrary, an adequate precision may not be reached without the use of a diagrammatic scale for disease evaluation since the eye tends to misjudge values, as noted by Sherwood *et al.* (1983) and Cassanello *et al.* (1989). **Accuracy.** Values close to 1.0 in the validations reflected the accuracy of the logarithmic diagrammatic scales. **Reproducibility.** There was no significant difference ($p = 0.05$) between r^2 or b_1 values between evaluations. It is necessary that the evaluator adopts for each region a different disease measurement system according to the type of symptoms or different severity levels, allowing a correct evaluation of the disease within the severity range found in the region. **Training and interpolation.** The precision and accuracy improved in the second evaluation, due to the training of evaluators. For this reason, previous evaluator instruction is necessary to improve the measurements. This coincides with the opinions of Campbell, C.L., 1998 (Personal communication) and Nutter *et al.* (1993). For this reason, it is recommended that the evaluators be trained for a period of at least 30 minutes prior to the evaluation.

The measurement systems were appropriate for evaluating diseases from their initial disease severity Y_0 , to their maximum disease severity, Y_{max} , which are important in epidemiological studies; nevertheless, it is recommended that interpolations be made between midpoints of classes for more precise measurements.

CONCLUSIONS

Logarithmic diagrammatic scales to assess anthracnose and scab diseases of 'Hass' avocado fruit were characterized by their ease and quickness during evaluations, which makes them very practical for disease assessment in the field. A similar magnitude in two independent measurement events reflected the reproducibility of the measurement systems. It is also concluded that the scales are precise, because the two repeated measurements had a small range of variation. It is evident that the precision and accuracy improved with practice, as the evaluator acquired skill, so previous evaluator training is essential to assure quality measurements. The logarithmic systems are available from the authors.

Acknowledgements

The authors express our gratitude to the avocado producers Alejandro Ayala-Morfin, Alejandro Guerrero-Vázquez, and Juan Carlos Robles-Monroy who made possible the application of the rating scales.

LITERATURE CITED

- CAMPBELL CL, MADDEN LV 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons. New York. 532 p.
- CASSANELLO ME, FRANCO J, MENDOZA R 1989. Escalas visuales para evaluación de enfermedades foliares en frutilla y coliflor. Uruguay. Fitopatología 24, 58-64.
- FETCH TG, STEFFENSON BJ 1999. Rating scales for assessing infection responses of barley infected with *Cochliobolus sativus*. Plant Disease 83, 213-217.
- HEBERT TT 1982. The rationale for the Horsfall-Barratt plant disease assessment scale. Phytopathology 72, 1269.

HORSFALL JG, BARRATT WR 1945. An improved grading system for measuring plant disease. *Phytopathology* 35, 655 (Abstract).

NUTTER FW, JR. GLEASON ML, JENCO JH, CHRISTIANS NC 1993. Assessing the accuracy, intra-rater repeatability, and inter-rater reliability of disease assessment systems. *Phytopathology* 83, 806-812.

OSADA VK, MORA-AGUILERA G 1997. DOSLOG version. 1.0,. Un sistema logarítmico computarizado para la elaboración de escalas y diagramas de intensidad de enfermedad. Manual del usuario. Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad. Texcoco, México.

SHERWOOD RT, BERG CC, HOOVER MR, ZEIDERS KE 1983. Illusions in visual assessment of *Stagonospora* leaf spot of orchard grass. *Phytopathology* 73, 173-177.

SHOKES FM, BERGER RD, SMITH DH, RASP JM 1987. Reliability of disease assessment procedures: A case study with late leaf spot of peanut. *Oléagineux* 42, 245-251.

TÉLIZ OD, MORA AG, MORALES GL 2000. Importancia Histórica y Socioeconómica del Aguacate. p 3-16. In: D. Téliz (ed.). *El Aguacate y su Manejo Integrado*. Editorial Mundi Prensa México.

UNIVERSITY OF TEXAS 1997. Health Science Center in San Antonio, Texas. Image Tool version. 1.28 for Windows. *On-line* [<http://www.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>]

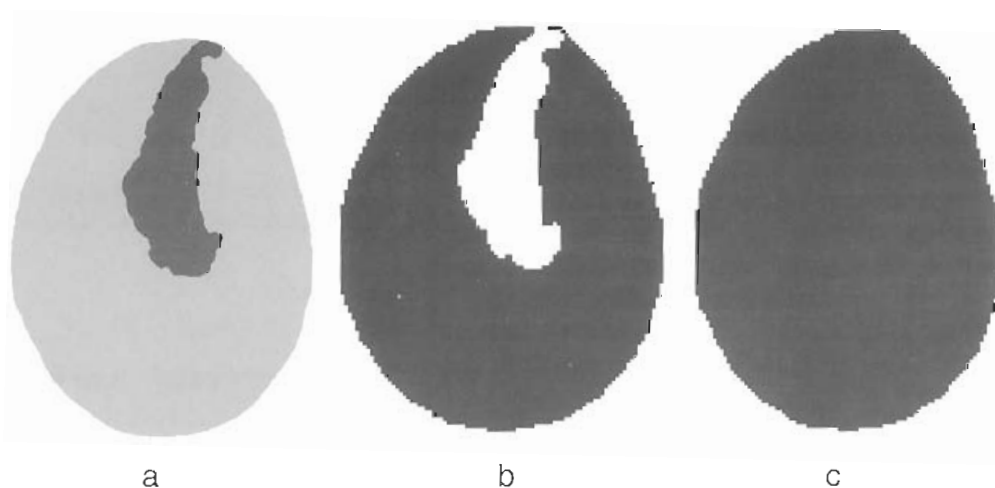


Figure 1. (a) Image of an avocado fruit coloured for conversion to binary image. (b) Binary image of the fruit, to determine the proportion of diseased tissue. White count (with symptoms) contrast with black count (healthy tissue). (c) Total fruit surface.

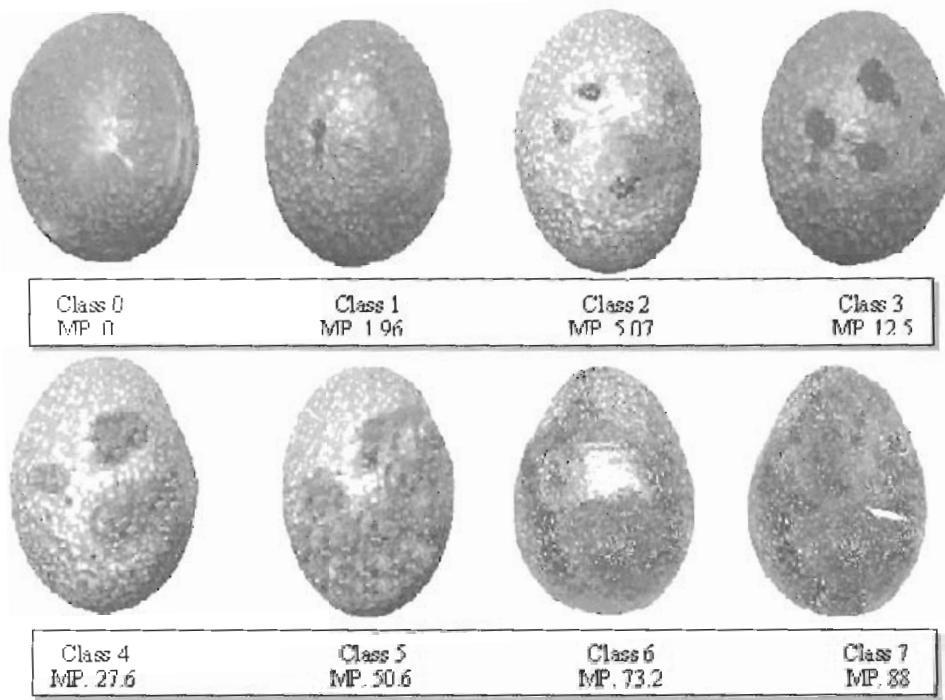


Figure 2. Logarithmic diagrammatic scale for evaluating anthracnose (*Glomerella cingulata*) symptoms on 'Hass' avocado fruit. Michoacan, Mexico. 2000. MP= midpoint severity in percentage.

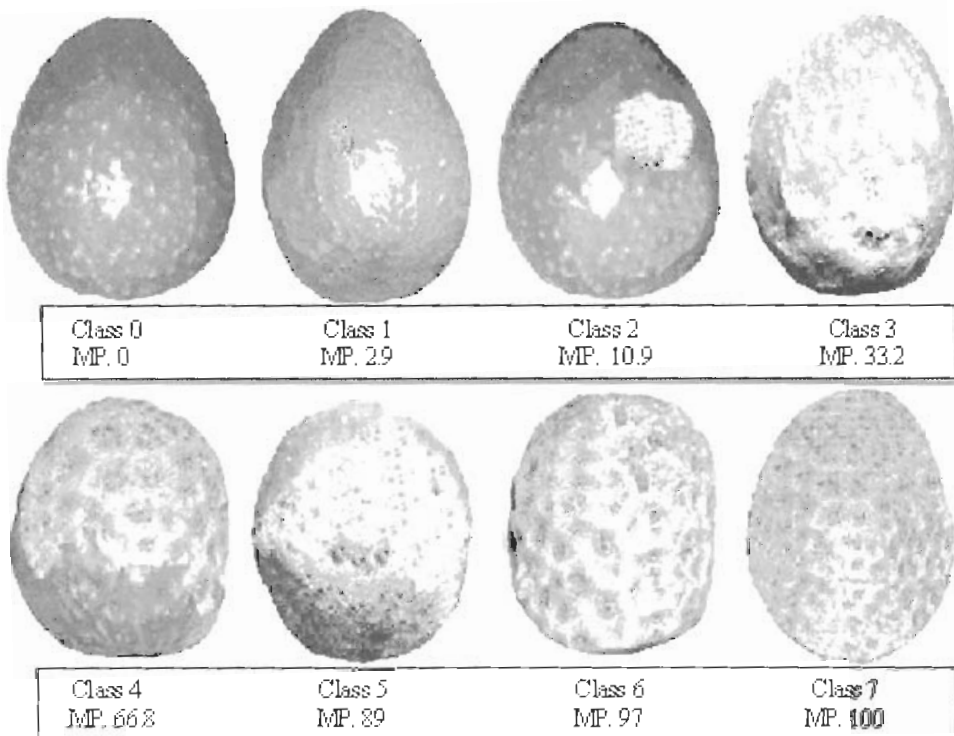


Figure 3. Logarithmic diagrammatic scale for evaluating scab (*Elsinoe perseae*) symptoms on 'Hass' avocado fruit. Michoacan, Mexico. 2000. MP= midpoint severity in percentage.

SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF ANTHRACNOSE ON AVOCADO (*PERSEA AMERICANA* MILL)

D. Téliz-Ortíz¹, G. Ávila-Quezada², H. Vaquera-Huerta¹ and L. Tijerina-Chávez¹

¹*Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Texcoco, México, C.P. 56230. Email: dteliz@colpos.mx*

²*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Ave. 4 sur No. 3820. Fracc. Vencedores del desierto. Delicias, Chihuahua, México. 33089. E mail: gavilaq@casabel.ciad.mx Trabajo de tesis doctoral en el Colegio de Postgraduados.*

ABSTRACT

The temporal and spatial dynamics of the pathosystem *Persea americana* - *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*) was studied in two 'Hass' avocado orchards in Michoacan, Mexico, using spatial autocorrelation and isopath maps. A 6 X 10 tree matrix was selected in the center of each orchard to evaluate anthracnose severity in 60 fruits in the lower portion of each tree. The autocorrelograms showed spatial autocorrelation with significative contiguous and noncontiguous elements in rows and through rows, at the beginning of anthracnose in orchard 1. Also the isopath maps showed the infection foci at the beginning of the disease. Spatial autocorrelation occurred at any time on July, September, November and December, with contiguous and noncontiguous elements in orchard 2. Anthracnose occurred in fruits in phenological stages 3 to 6, with relative humidity higher-than 80%. Severity was low (up to 3.7%) with an intensity rate $b^1 = 0.016 - 0.019$, and incidence was high (100%), these percentages represent risks for post-harvest processing. A phenological scale for 'Hass' avocado fruit development based on fruit size and heat units was used.

Key Words: Epidemiology

INTRODUCTION

Glomerella cingulata causes anthracnose (Bailey and Jeger, 1992; Morales, 2000; Prusky *et al.*, 1982) one of the main diseases of avocado (*Persea americana*) in Michoacan, Mexico, affecting its commercialization (Bailey and Jeger, 1992; Téliz *et al.*, 2000). This disease is controlled with fungicide applications without epidemiological basis in Michoacan, affecting the environment and the producer's economy. Few epidemiological studies have been done on the disease temporal progress of anthracnose (Morales, 2000; Vidales *et al.*, 1996), and autocorrelation studies of anthracnose on avocado 'Hass' has not been conducted in Mexico. Spatial-temporal studies would reveal anthracnose distribution, the intensity and direction of clustering, if any, (Gottwald *et al.*, 1989; Gottwald *et al.*, 1992 b) and the isopaths movement of the disease with severity levels through time (Minogue and Fry, 1983; Minogue and Fry, 1983(b); Van der Bosch *et al.*, 1988; Van der Bosch *et al.*, 1988(b)). In this study, temporal progress of the disease was studied by the Weibull model and compared to climatic and phenological factors, autocorrelation and graphic exploration and thus this information could be used as a guide for futures studies and as a base for management strategies.

MATERIALS AND METHODS

The spatial – temporal study of anthracnose was determined in two commercial avocado cv. Hass orchards. Monthly evaluations of the disease were performed during the year 2000 in six phenological stages of the fruit. These stages were identified according to fruit size and heat units calculated for each size utilizing the SICA® program (Medina-García, 1989) (Table 1). Disease intensity was evaluated in 60 fruits (since fruit set) per tree, 15 fruits per each cardinal point in the lower part (1 to 3 m height) of 60 trees.

Table 1. Phenological stages of 'Hass' avocado, Michoacan, Mexico, 2000.

Phenological stage	Width (mm)	Length (mm)	Aprox.Heat units *
1	3-7	4-10	316 (since flowering)
2	8-19	11-23	609
3	20-29	24-39	870
4	30-49	40-66	1134
5	50-70 whitish green	67-82	1418
6	>70 dark green	>82	1648

* 10° C base temperature

Anthracnose severity was assessed with a logarithmic diagrammatic severity scale (Ávila *et al.*, 2001). Severity was determined per tree averaging the data from 60 fruits.

Anthracnose incidence was determined from to the number of trees with at least one diseased fruit.

Spatial progress

Isopath maps were generated with Surfer®, version 6.0. Isopaths movement through time allowed a more precise interpretation of the direction of expansion of the foci, with respect to the initial focus.

Clustering intensity and dissemination direction of the disease was calculated by a monthly analysis of spatial autocorrelation using the software LCOR2 ver. 1.3 (Gottwald *et al.*, 1992 c).

Temporal progress

Temporal progress of the disease was determined based on monthly disease evaluation in both orchards during the year 2000. The mean incidence and severity per tree were adjusted to Weibull's model ($Y=1-\exp[-(t/b)^c]$), to determine absolute rates of the disease progress (b^{-1}) (Campbell and Madden, 1990).

Weather data

Data of temperature and relative humidity were registered in a GroWeather® (Davis Instrument Hayward, CA) weather station, set-up in each orchard.

RESULTS

Orchard 1

Spatial progress

The disease started in March in half size fruits in a single native avocado tree and in 'Hass' fruits in stage 3, in May. This tree was in the north corner of the orchard. Incidence greater than 88% and severity greater than 0.93% caused not significant autocorrelation. Significant spatial autocorrelation ($p = 0.01$) with contiguous and noncontiguous elements appeared at 10, 20 and 30 m at the beginning of the disease (Figure 1). In May, greater spatial autocorrelation was detected within rows and through rows with contiguous and non-contiguous elements up to 30m. A diseased tree with a high severity percentage of anthracnose in its fruits can infect more frequently the continuous tree, which is 10 m away. The isopaths maps (Figure 2A) showed two well-defined foci, at the beginning of the epidemic, located towards the northern end of the orchard, associated to a spatial autocorrelation with discontinuous elements at 20 m. This focus came from fruits of a native avocado tree, in the north corner of the orchard, which infected its 'Hass' neighbor. This tree presented the greatest severity during the epidemic. From April to May, more trees became diseased and the diseased trees autocorrelation increased.

Four new dispersed foci appeared in the orchard during June. Multiple foci appeared from July to December, towards the western end focus.

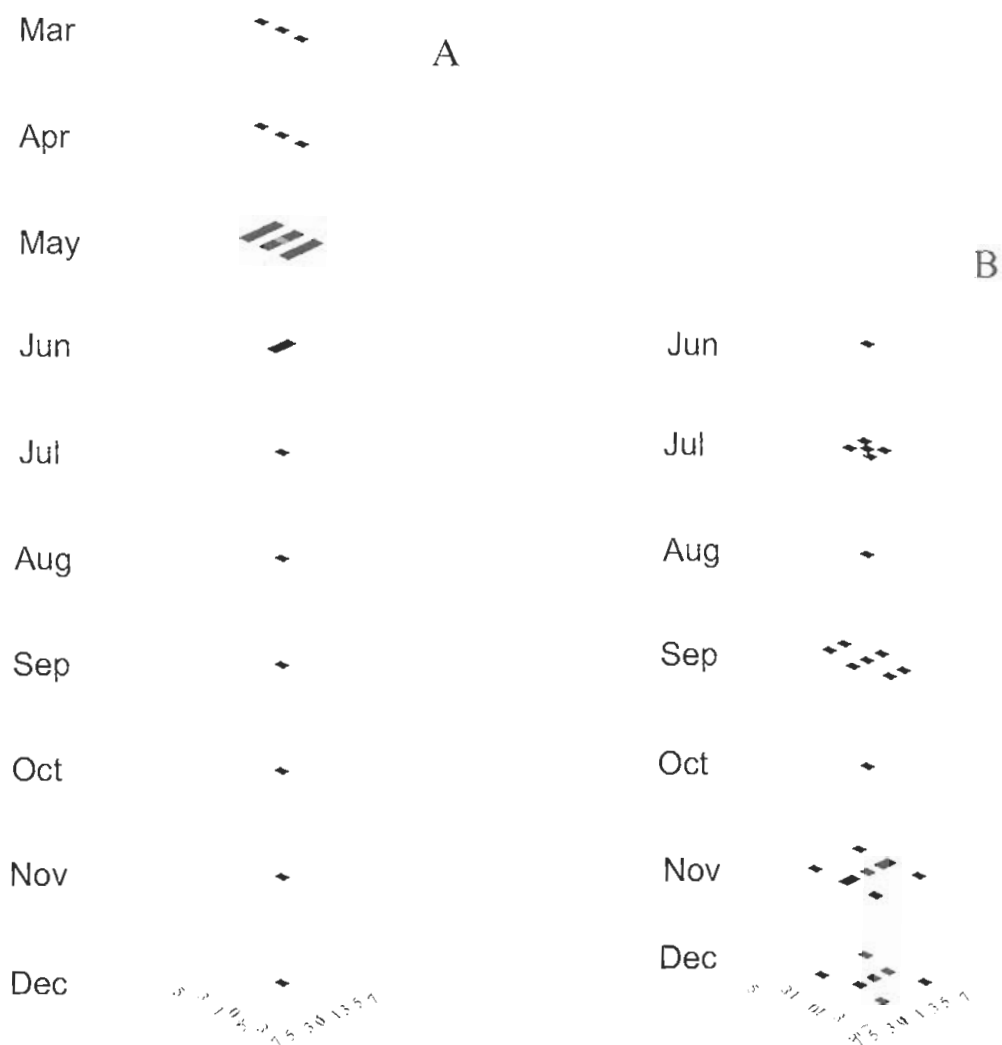


Figure 1. Proximity patterns of diseased trees with anthracnose, established using an spatial autocorrelation analysis for two 'Hass' avocado orchards in Michoacan, Mexico.

The black squares indicate significant autocorrelation ($p = 0.05$ and 0.01), except the central square which is the point of reference. A = Orchard 1. B = Orchard 2).

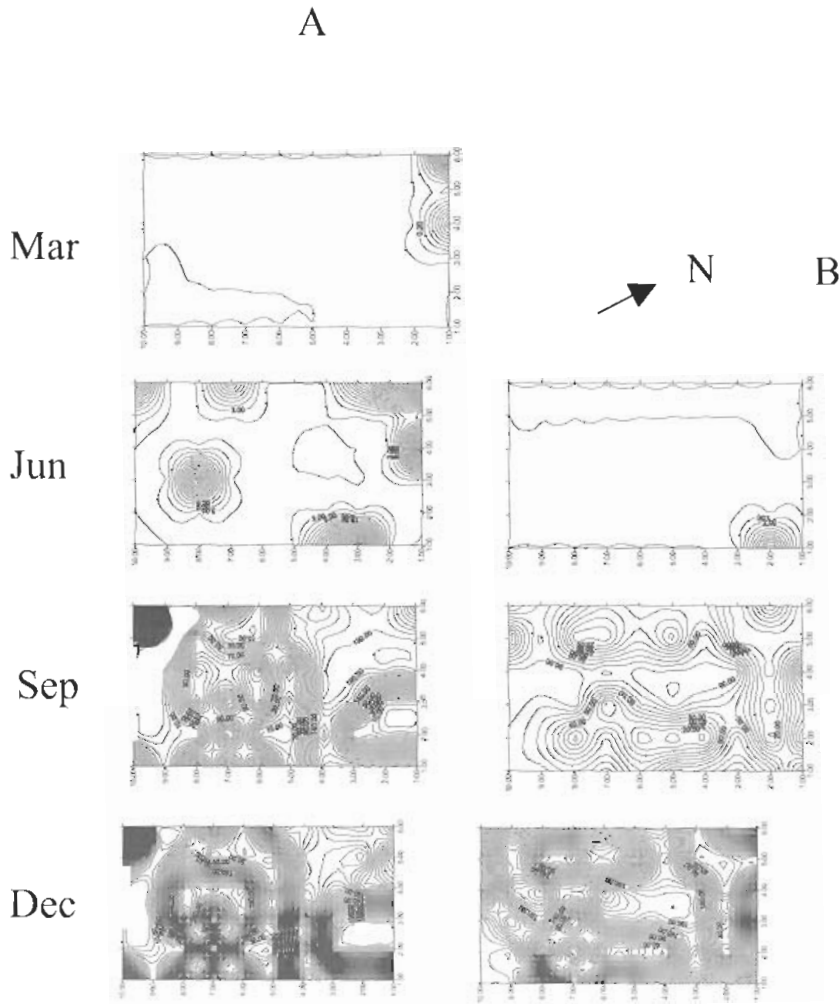


Figure 2. Anthracnose severity interpolated isopath maps in 'Hass' avocado fruits in Michoacan, Mexico, 2000. A = Orchard 1. B = Orchard 2.

Temporal progress

Final disease incidence was 100% (all fruits in each tree were diseased). The disease initiated in native avocado fruits and in the neighboring 'Hass' tree, on fruits in phenological stage 3 (Figure 3A). Progress of the epidemic (severity) in both orchards were similar according to the b parameter confident intervals at 95% (19.2 – 82.9 orchard 1, and 28.7 – 94.2 orchard 2). Incidence progress of the disease showed sigmoid shape curves for both epidemics. Severity curves were sigmoid shape in orchard 1 and exponential shape in orchard 2, although c parameters were similar $c = 1.93$ in orchard 1 and $c = 1.84$ in orchard 2. The epidemic showed a final severity of 3.7 % with an intensity rate of $b^{-1} = 0.019$, $r^2 = 0.94$ (Table 3). Severity is low, nevertheless the quantity of diseased tissue appears to be unimportant, it represents a potential inoculum focus during post-harvest since all fruits displayed symptoms. The progress of the disease (severity) occurred from stage 3 to stage 6.

Table 3. Weibull model for anthracnose severity on avocado 'Hass' fruit in two orchards.

Weibull Model					
Orchard	Model	r ² , significance	Error s. of squares	Confid. Intervals 95%	Parameter
1. Zirosto	$Y=1-e^{-(t/51.08)^{1.93}}$	0.947	0.00009	1.266 - 2.602	c
				19.25 - 82.91	b
2. Tancitaro	$Y=1-e^{-(t/61.49)^{1.84}}$	0.987	0.000003	1.421 - 2.259	c
				28.78 - 94.21	b

Disease appearance was directly related to relative humidity, which can be expressed using the following model:

$$\text{Anthracnose (\% severity)} = \frac{1.6}{1 + e^{9.22 - 0.924X - 0.0037Y}} \quad R^2 = 0.99$$

where X is time (monthly) and Y relative humidity (%). Anthracnose started when relative humidity was higher than 80%. Although the native avocado fruits became diseased in low humidity (60%) conditions, these fruits are more susceptible to the pathogen than the 'Hass' fruits, reaching severity levels up to 80%.

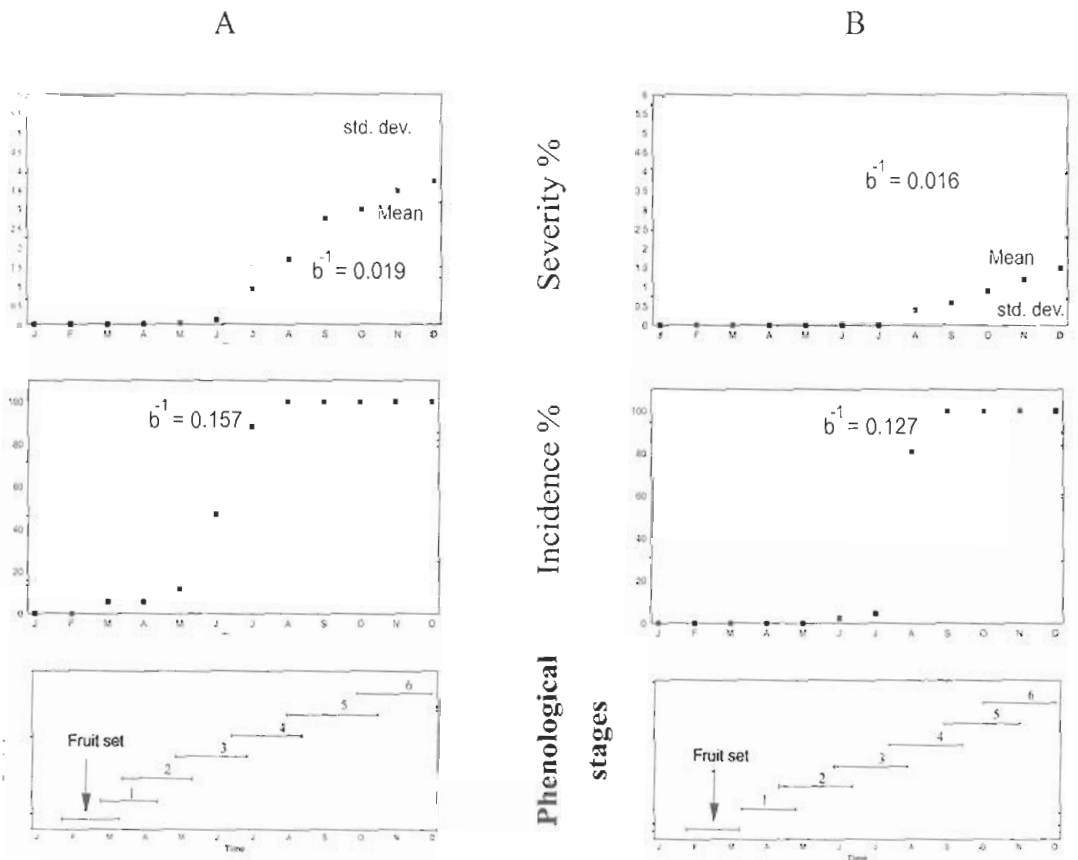


Figure 3. Temporary progress of anthracnose (by *Glomerella cingulata*) in 'Hass' avocado fruits with severity and incidence, speed and wind direction, temperature and relative humidity and phenological stages of the fruit. A = Orchard 1 (Zirosto). B = Orchard 2 (Tancitaro).

Orchard 2

Spatial progress

Significant autocorrelations appeared ($p = 0.01$ and 0.05) in SE-NW and E-W bearing; i.e. in trees within rows and diagonally up to the third row, with contiguous (Jul and Nov.) and noncontiguous (Sep, Nov, Dic) elements. On July contiguous elements 10 m away were found. On September, November and December noncontiguous elements from 20 to 50m in the SE-NW direction, without infecting the contiguous tree (except on Nov.), and the tree in third place diagonally in E-W direction, during the last stage of the epidemic (November and December).

Basically, autocorrelation appeared most frequently in the last stages of the epidemic (Figure 1B). The disease initiated with a focus of infection in the NE region of the orchard in June (Figure 2B). In July, the epidemic included a new tree next to the first one, which generated significant contiguous spatial autocorrelation. New randomly distributed foci in the block appeared in August. Greater density of foci was observed in November and December, agreeing with spatial autocorrelation.

Temporal progress

The disease incidence progress showed a sigmoid type curve and the severity an exponential type curve. The disease initiated in fruits at phenological stage 3 after an increase in relative humidity ($>80\%$) (Figure 3B), expressed by the following model:

$$\text{Anthracnose (\% severity)} = \frac{1.8}{1 + e^{7.738 - 0.9457x + 0.01568y}} \quad R^2 = 0.98$$

Where X is time (monthly) and Y the relative humidity (%).

Disease incidence in July was low, but it increased sharply in August (Figure 3) after fruits were damage by hail in stage 4 fruits.

Incidence increased up to 100% until September (Figure 3). The disease showed a final severity less than 2 % in December, the last date of evaluation, with an apparent intensity rate $b^{-1} = 0.016$. This high incidence, though low severity, and the continuous disease progress rate reflect the danger during post-harvest.

DISCUSSION

Spatial study.

Anthracnose, in its initial stage was confined to specific sites of infection, whereas in the rest of the experimental area the disease was absent. Proximity patterns for significant contiguous and noncontiguous elements (Gottwald *et al.*, 1992 a and b) appeared at the beginning of the epidemic in orchard 1. Noncontiguous elements indicated the formation of secondary foci (Gottwald *et al.*, 1992 b). Significant spatial autocorrelation appeared on different dates: in July, September, November and December in orchard 2. This autocorrelation did not show continuity through time. Spatial autocorrelation with contiguous or noncontiguous elements not always shows continuity in time (Gottwald *et al.*, 1992), and were not direct associated to the wind direction (Gottwald *et al.*, 1989).

A tree with diseased fruits could infect another tree that is 20 m or more away without infecting the contiguous tree.

Temporal study.

The epidemic appeared in fruits on phenological stage 3 to 6. Fruit size influenced the incidence of the disease; the fungus did not affect small fruits. These results agree with previous reports in Michoacan (Morales, 2000). The escape of the young fruit from infection might be due to the production of antifungal compounds (dienes) in the pericarp of immature fruit (Prusky et al., 1982; Bailey and Jeger, 1992; Beno-Moualem and Prusky, 2000); as the fruit matures, this compound concentration decreases, thus increasing fungus susceptibility (Prusky et al., 1983).

High relative humidity (> 80%) influenced the onset of the disease. This agrees with reports by Bailey and Jeger (1992) and Estrada et al. (2000). In this study, the fungus developed in temperatures between 14 and 16°C. These temperatures are low according to Estrada et al. (2000) who mention that a temperature of 20 to 25°C stimulates the development of *C. gloeosporioides* in vitro, although the fungus was not incubated at temperatures lower than 19°C. However the optimal temperature for *Colletotrichum* spp sporulation is between 15 and 25° (King et al., 1997). Hail wounds apparently facilitated the colonization of the pathogen, and increased the disease rate. Although the severity of the disease was low, the incidence was high, which represents a potential risk during post-harvest. The native avocado fruits are more susceptible to the disease and represent inoculum sources inside the orchard; it is recommended to have a special control of anthracnose in those trees. Severity was low (up to 3.7%) with an intensity apparent rate $b^{-1} = 0.016 - 0.019$, and incidence was high (100%), these percentages and rates reflect the risk for postharvest processing.

LITERATURE CITED

- ÁVILA-QUEZADA G, MORA-AGUILERA G, TÉLIZ-ORTÍZ D 2001. Sistemas de medición de roña y antracnosis en frutos de aguacate (*Persea americana*). Proceedings XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Pag. F-105. Querétaro, México.
- BAILEY JA, JEGER MJ 1992. *Colletotrichum*: Biology, Pathology and Control. British Society of Plant Pathology. CAB International. 388 p.
- BENO-MOUALEM D, PRUSKY D 2000. Early events during quiescent infection development by *Colletotrichum gloeosporioides* in unripe avocado fruits. *Phytopathology* 90:553-559.
- CAMPBELL CL, MADDEN LV 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons. New York. 532 p.
- ESTRADA AB, DODD JC, JEFFRIES P 2000. Effect of humidity and temperature on conidial germination and appressorium development of two Philippine isolates of mango anthracnose pathogen *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Pathology* 49:608-618.
- GOTTWALD TR, MILLER C, BRLANSKY RH, GABRIEL DW, CIVEROLO EL 1989. Analysis of the spatial distribution of citrus bacterial spot in Florida citrus nursery. *Plant Disease* 73: 297-303.
- GOTTWALD TR, TIMMER W, MCGUIRE RG 1989. Analysis of disease progress of citrus canker in a Florida citrus orchard. *Plant Disease* 76:389-396.
- GOTTWALD TR, GRAHAM JH, EGEL DS 1992. Analysis of foci of Asiatic citrus canker in a Florida citrus orchard. *Plant Disease* 76:389-396.
- GOTTWALD TR, REYNOLDS KM, CAMPBELL CL, TIMMER LW 1992. Spatial and spatio-temporal autocorrelation analysis of citrus canker epidemics in citrus nurseries and groves in Argentina. *Phytopathology* 82: 843-851.

- GOTTWALD TR, RICHIE SM, CAMPBELL CL 1992. LCOR2-Spatial correlation analysis software for the personal computer. *Plant Disease* 76: 213-215.
- KING TW, MADDEN LV, ELLIS MA, WILSON LL 1997. Effects of temperature on sporulation and latent period of *Colletotrichum* spp. Infecting strawberry fruit. *Plant Disease* 81:77-84.
- MEDINA-GARCÍA G 1989 SICA. Un sistema de información para caracterizaciones agroclimáticas. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.
- MINOGUE KP, FRY WE 1983. Models for the spread of disease: Model description. *Phytopathology* 73: 1168-1173.
- MINOGUE KP, FRY WE 1983. Models for the spread of disease: some experimental results. *Phytopathology* 73: 1173-1176.
- MORALES GL 2000. La Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) y la Roña (*Sphaceloma persea* Jenk) del Aguacate en Michoacán, México: Epidemiología, Predicción y Caracterización. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados en Ciencias agrícolas. Texcoco, México
- PRUSKY D, KEEN NT, SIMS JJ, MIDLAND SL 1982. Possible involvement of an antifungal diene in the latency of *Colletotrichum gloeosporioides* on unripe avocado fruits. *Phytopathology* 72:1578-1582.
- PRUSKY D, KEEN NT, EAKS I 1983. Further evidence for the involvement of a preformed antifungal compound in the latency of *Colletotrichum gloeosporioides* on unripe fruits. *Physiological Plant Pathology* 22:189-198.
- TÉLIZ OD, MORA AG, MORALES GL 2000. Importancia Histórica y Socioeconómica del Aguacate. In: D. Téliz (ed). *El Aguacate y su Manejo Integrado*. Editorial Mundi Prensa. México. pp 3-16
- VAN DER BOSCH F, FRINKING HD, METZ JAJ, ZADOKS JC 1988. Focus expansion in plant disease. III. Two experimental examples. *Phytopathology* 78:919-925.
- VAN DER BOSCH F, ZADOKS JC, METZ JAJ 1988. Focus expansion in plant disease. I. The constant rate of focus expansion. *Phytopathology* 78:54-58.
- VIDALES, J.A., ALCÁNTAR, J.J., ANGUIANO, J.C., Y MORALES, J.L. 1996. Modelos epidemiológicos de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) del aguacate (*Persea americana*) para clima semicálido húmedo de Michoacán. Resumen 14. Proceedings XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Cd. Obregón, Sonora, México.

PREDICTING AVOCADO FRUIT ROTS BY QUANTIFYING INOCULUM POTENTIAL IN THE ORCHARD BEFORE HARVEST

K.R. Everett¹, J. Rees-George¹, S.L. Parkes² and P. R. Johnston²

¹HortResearch, Private Bag 92169, Mt Albert, Auckland, New Zealand.

²Landcare Research, Private Bag 92170, Auckland, New Zealand. E-mail: Keverett@hortresearch.co.nz

SUMMARY

The fruit rot pathogens *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. acutatum* infect avocados following germination of rain dispersed spores to produce quiescent appressoria. Stimulation of appressorial formation is by contact with a hard surface such as leaves and fruit. In a preliminary study a number of different methods to quantify inoculum potential pre-harvest without sacrificing valuable fruit were compared with historic fruit rot data. Fruit from several orchards with a consistent history of low and high disease were used. Previous survey work of 23 orchards over three seasons had shown that unless growers changed practice the relative amount of rots in their fruit generally remained constant. Four methods were compared; a. spores were washed from leaf discs, b. appressoria were counted, c. leaf tissue was surface sterilised and placed on fungal growth media, d. isolations were made from dead branches. Following quantification it was shown that appressoria and washed spore numbers were unrelated to historic fruit rots, but amount of leaf tissue infected with *Colletotrichum* spp. and *Botryosphaeria* sp. showed potential as a predictor of rots.

Key Words: *Colletotrichum acutatum*, *C. gloeosporioides*, *Glomerella cingulata*, *Botryosphaeria* spp.

INTRODUCTION

The most common avocado variety grown in New Zealand is 'Hass'. It is difficult to detect rots in ripe 'Hass' because the skin changes from green to 'black' upon ripening. In order to find rots the fruit has to be cut, and the best method of detection requires removal of the skin. Consumers are deterred from repeat purchasing this variety because of rots that only become obvious after preparation for consumption. Previous to 1999, New Zealand fruit was either sold locally, or to Aus-

tralia. Shipping to Australia took 3-4 days, and fruit was usually sold within 7 days of harvest. However, since that time the New Zealand crop has increased in volume requiring diversification of supply to include more distant markets such as California, USA. Shipping to USA requires fruit to be stored for a longer period of time. Industry out-turn monitoring (Dixon and Pak 2002) and research outcomes (Everett and Pak 2002) have shown that rots are the most important quality problem in New Zealand fruit. In experimental conditions, 74% of some lines of New Zealand fruit were shown to have rots (Everett and Pak 2001).s Rots can be controlled using a range of management practices, however, there is a lot of variation between growers with respect to implementation of such practices. In addition, even when no control measures are used there is large variation between orchards in the amount of rots. Given this large inherent variability in fruit quality the availability of a system for predicting the quality of fruit to enable export of the lines with the least rot potential would be very useful.

In New Zealand, six fungal pathogens (*Colletotrichum acutatum*, *Gloeosporioide*, *Botryosphaeria parva*, *B. dothidea*, *Fusicoccum luteum* and *Phomopsis* sp.) cause rots of avocados (Hartill 1991). These pathogens have been placed in four categories for the purposes of this study, viz., *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, *Botryosphaeria* spp. (*B. parva*, *B. dothidea* and *F. luteum*) and *Phomopsis* sp.. The process by which avocados are infected by *Botryosphaeria* spp. and *Phomopsis* sp. is largely unknown. Two pathogens of New Zealand avocados, viz. *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. acutatum*, infect avocado fruit latently. Spores germinate in response to a hard surface to produce appressoria from which an infection peg penetrates a short distance into the skin of the avocado and then becomes quiescent (Binyamini and Schiffmann-Nadel 1972). Leaves are usually infected symptomlessly, and the purpose of this preliminary study was to investigate if leaves or dead branches could be used as an indicator of the inoculum potential in an avocado orchard. Fruit from several orchards where historic disease incidence information was available were used. Orchards with consistent high or low disease incidence were selected. Previous survey work of 23 orchards over three seasons had shown that unless growers changed practice the relative amount of rots in their fruit generally remained constant.

MATERIAL AND METHODS

Three orchards were selected for study from the Bay of Plenty avocado growing region of New Zealand (37.49°E, 176.2°S). These orchards were selected on the basis of similarity of tree size and form, and differences in levels of rots in fruit. Fruit from these orchards had been sampled and assessed for rots under standardised conditions in early January for the previous two seasons (Table 1). Leaves and branches used in this current study were collected on 6th and 7th September 2000.

Six different methods for quantifying inoculum were tested:

1. leaf disc isolations: 12 leaves were taken from around each of 4 trees from each orchard. Twelve leaves were taken in this manner from four different tissue types; top and bottom (position), and old and young (age). Two leaf discs (5 mm diam.) from each leaf were surface sterilised (Petrini 1986) and placed on Difco® Potato Dextrose Agar (PDA) in Petri plates. Isolations were scored as total number of leaf discs from which fungi of interest (*C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, *Botryosphaeria* spp. and *Phomopsis* sp.) grew, a total of 384 samples per orchard.

2. leaf piece isolations: Following excision with a scalpel, two leaf pieces (c. 5 x 5 mm) from the midrib and lamella near the base of each leaf, and two from the midrib only, were surface sterilised (Petrini 1986), and placed on Nobles' media (Nobles 1965)(NM) in Petri plates. Twenty-four leaves were collected from each tree, 12 from 1m above ground and 12 from 3m above ground. Lea-

ves were collected from the same four sectors as in method 1. Pieces were scored as number of leaf pieces from which colonies of interest grew, a total of 192 samples per orchard.

3. dilutions of leaf washings: 12 leaves were taken as in method 1. Dilutions were made from 5 ml of 0.5% (w/v) peptone containing 12 x 5 mm leaf discs (one disc from each of 12 leaves per tree; 48 samples per orchard) rotary shaken for 90 mins. Aliquots of 100ml of undiluted, 1:10 and 1:100 dilutions in sterile deionised water were spread on PDA. Numbers of fungal colonies of interest were counted.

4. appressoria on leaf discs: Appressoria were counted with the aid of the light microscope following clearing leaf discs with 50:50 acetic acid:ethanol (v/v) followed by autoclaving for 15 min. Four 1.5 cm diam. leaf discs were sampled from each tree (top, bottom, young, old), a total of 16 samples per orchard.

5. appressoria on leaf pieces: appressoria were counted with the aid of a dissecting microscope from 2.0 x 0.5 mm pieces of tissue from the midrib near the base of the leaf, 40 leaves per tree (top, bottom, young, old), a total of 160 samples per orchard.

6. isolations from fruit bodies on dead branches: A total of 20 branches (10 from within the canopy and 10 from the litter beneath the canopy) were taken from each of two trees from each of two orchards and examined with the aid of the dissecting microscope. A sample of four fruiting bodies was taken from each branch and placed onto NM (a total sample of 160).

The number of discs, pieces or fruiting bodies from which fungi of interest grew and the numbers of appressoria were recorded and analysed using the general linear model programme of MINITAB®. Leaf disc isolations and number of appressoria were plotted against fruit rot data collected the previous season using Microcal® Origin.

RESULTS AND DISCUSSION

Results of analysis of variance show that some measures of inoculum could be used to identify differences between orchards (Table 2). These methods were; counting appressoria on leaf pieces, isolations of *C. acutatum* from leaf discs and leaf pieces, and isolation of *C. gloeosporioides* from leaf pieces. Different amounts of inoculum were present on tissue sampled from different positions in the tree viz. 1 m or 3 m above the ground for leaf samples, and within or beneath the canopy for branch samples. However, only some methods were able to detect these differences (leaf pieces and branches). Leaf pieces were sampled from specific parts of the leaf, whereas selection of tissue for leaf discs was more random. This suggests that inoculum load is variable over the leaf surface and needs to be investigated further.

In this study only two orchards were compared by sampling leaf pieces and branches. For this reason only leaf disc isolations, which compared three orchards, were plotted against historic rot data (Fig. 1). Numbers of isolations of both *Colletotrichum* species and *Botryosphaeria* spp. were related to historic rot data, but neither appressorial counts nor isolations of *Phomopsis* sp. were related (Fig. 1). The relationship between mean numbers of isolations from leaf discs of *C. gloeosporioides* and *Botryosphaeria* spp. and percent fruit affected by body rots the previous season was very good (Fig. 2). No other relationships were statistically significant by linear regression.

The relationship between inoculum and stem-end rots was not as good as the relationship with body rots (cf. Fig. 1a and 1b). There is evidence that the fungi that cause stem-end rots infect fruit predominantly at harvest from contaminated stem tissue (Hartill and Everett 2002). This suggests

that a measure of inoculum availability at harvest is required for better prediction of the amount of stem-end rots, or that inoculum on branches or stems may be more strongly correlated with this disease symptom.

Despite the good relationship between isolations of *C. gloeosporioides* or *Botryosphaeria* spp. from leaf discs and body rots, analysis of variance did not indicate that there was a significant difference between orchards. Presumably there was too much variation in the data for this analysis to be significant. For future work, variation needs to be reduced by such means as increasing number of trees sampled. Further work is required to ascertain if this relationship can be used to predict the amount of rots in fruit harvested in the same season, and if the relationship remains strong following the inclusion of more orchards.

The orchard with the lowest number of appressoria on leaves as determined by both methods used was the orchard on which samples were collected in the rain. This suggests that appressoria did not produce infection pegs on leaves before harvest and were washed off by heavy rain, although further experimentation is required.

The greatest number of isolations from leaves were *C. gloeosporioides*, and from branches *Botryosphaeria* spp. (Table 3). *C. gloeosporioides* was also isolated in large numbers from branches, and *C. acutatum* from leaves. *Phomopsis* sp. was isolated in low numbers from all tissue types. Isolations from branches may also be a good predictor of final fruit rots and requires further testing.

CONCLUSIONS

Of the methods tested in this study, isolating from surface sterilised leaf tissue showed the best relationship with historic rot data and shows the most potential for developing a rot prediction system.

Acknowledgements

Foundation for Research Science and Technology Contract No. COX0219 for funding. To Dr Ross Beaver for valuable discussion, and to Mike Manning for editorial assistance.

REFERENCES

- BINYAMINI, N. AND SCHIFFMANN-NADEL, M. 1972. Latent infection in avocado fruit due to *Colletotrichum gloeosporioides*. *Phytopathology* 62: 592-594.
- DIXON, J. AND PAK, H.A. 2002. Analysis of packhouse library tray data from 2001/2002 season. NZ Avocado Growers' Association Research Report Vol. 2. pp. 48-53.
- EVERETT, K.R. AND PAK, H.A. 2001. Orchard survey: effect of pre-harvest factors on postharvest rots. NZ Avocado Growers' Association Research Report Vol. 1. pp. 12-17.
- EVERETT, K.R. AND PAK, H.A. 2002. Patterns of stem-end rot development in coolstorage. NZ Avocado Growers' Association Research Report Vol. 2. pp. 68-74.
- EVERETT K.R., STEVENS P.S. AND CUTTING J.G.M. 1999. Postharvest fruit rots of avocado reduced by benomyl applications during flowering. *Proceedings of the New Zealand Plant Protection Society*. 52: 153-156.

HARTILL, W.F.T. 1991. Post-harvest diseases of avocado fruit in New Zealand. N.Z. Journal of Crop and Horticultural Science 19: 297-304.

HARTILL, W.F.T. AND EVERETT, K.R. 2002. Inoculum sources and infection pathways of pathogens causing stem-end rots of 'Hass' avocados. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 30(4): 249-260.

NOBLES, M.K. 1965. Identification of cultures of wood-inhabiting Hymenomyces. Canadian Journal of Botany 43: 1097-1139.

PETRINI, O. 1986. Taxonomy of endophytic fungi in aerial plant tissues. In: Fokkema, N.J., van den Heuvel, J. eds. Microbiology of the phyllosphere. Cambridge, Cambridge University Press. pp. 175-187.

Table 1: Amount of rots in 100 fruit collected and ripened under standardised conditions from each of the sampled orchards in January 1999 and January 2000.

	Body rots (%)		Stem end rots (%)	
	1999	2000	1999	2000
Orchard 1	23	24	43	24
Orchard 2	19	12	46	23
Orchard 3	5	7	7	8

Table 2: Factors showing significant relationships with measures of inoculum following analysis by the general linear model of MINITAB.

Factors	appressoria on leaves		isolations from leaves							isolations from branches	
	discs	pieces	discs			pieces			dilation plating	B.	C.g.
			B.	C.a.	C.g.	B.	C.a.	C.g.			
Orchard	n.s.	0.0011	n.s.	0.0001	n.s.	n.s.	0.001	0.001	n.s.	n.s.	n.s.
Age	n.s.	n.t.	0.03	n.s.	n.s.	n.t.	n.t.	n.t.	n.s.	n.t.	n.t.
Position	n.s.	0.03	n.s.	n.s.	n.s.	0.05	0.003	0.0001	n.s.	n.s.	0.0001
Tree	n.s.	0.04	n.s.	n.s.	n.s.	0.007	n.s.	n.s.	n.s.	0.002	0.014
Leaf/branch	n.s.	n.s.	n.t.	n.t.	n.t.	n.t.	n.t.	n.t.	n.t.	n.s.	n.s.

¹: P value from ANOVA table. n.t. = not tested; n.s. = not significant; B. = *Botryosphaeria* spp.; C.a. = *Colletotrichum acutatum*; C.g. = *C. gloeosporioides*. Age = young or old leaves; Position = 1m or 3m above the ground for leaves, or from within the canopy or under the canopy for branches; Tree = 2 trees were sampled for leaf pieces and for branches, 4 trees were sampled for leaf discs and for dilution plating.

Table 3: Total number of isolations from branches and leaves.

Factors	leaf discs ¹			leaf pieces ²		branches ³	
	1	2	3	1	2	1	2
<i>C. acutatum</i>	24	5	3	22	3	6	1
<i>C. gloeosporioides</i>	65	48	41	104	65	44	28
<i>Botryosphaeria</i> spp.	10	5	5	11	12	44	42
<i>Phomopsis</i> sp.	9	1	7	6	3	7	7
total	108	59	56	143	83	101	78

¹ out of 384 per orchard; ²: out of 192 per orchard; ³: out of 160 per orchard

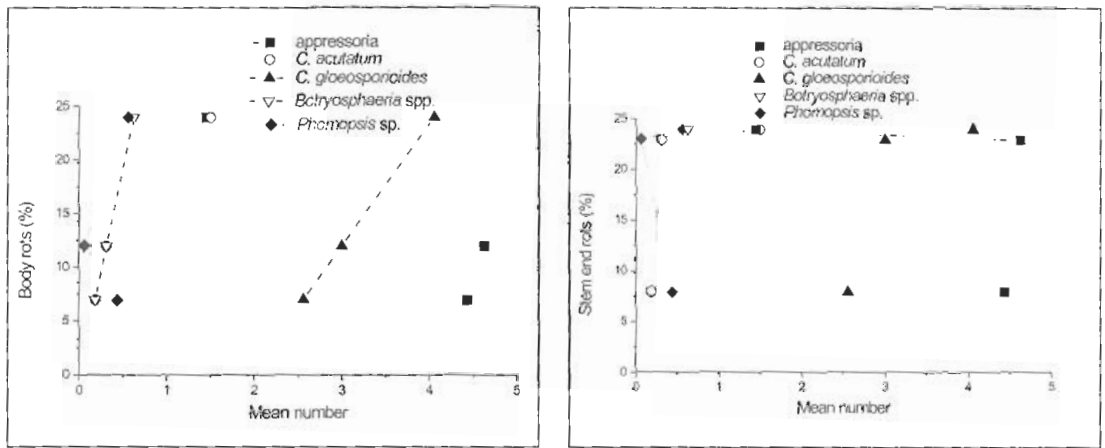


Figure 1: Mean number of isolations of four fungal pathogens (*C.acutatum*, *C. gloeosporioides*, *Botryosphaeria* spp. and *Phomopsis* sp.) and mean numbers of appressoria from leaf discs from three orchards in the Bay of Plenty, New Zealand, versus percentage of fruit with rots tested the previous season from these same orchards. Dashed lines indicate best fit.

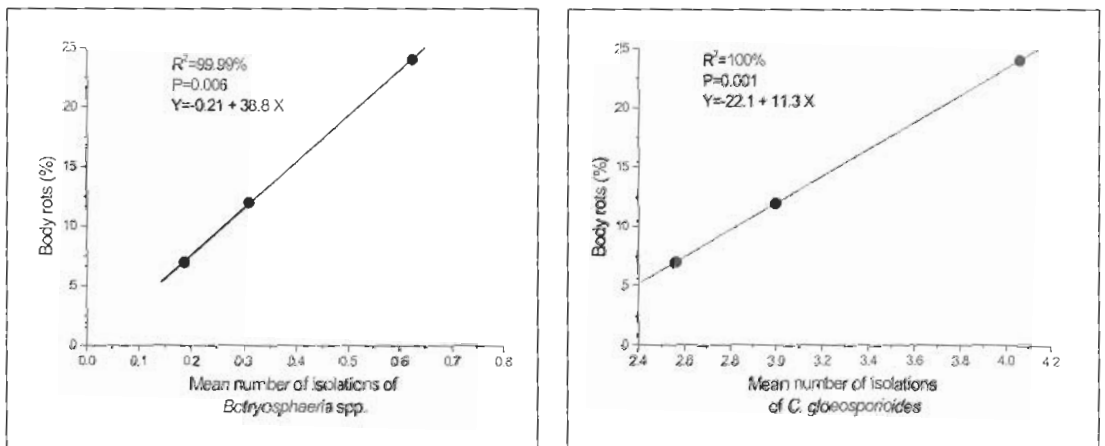


Figure 2: Linear regression of mean number of isolations of *Botryosphaeria* spp. and *C. gloeosporioides* from three orchards in the Bay of Plenty, New Zealand, plotted against percentage of fruit with body rots tested the previous season from these same orchards.

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE UNA MANIFESTACIÓN DE WOODY GALL ASOCIADA AL SUNBLOTCH EN VERGELES ADULTOS DE AGUACATERO (*PERSEA AMERICANA* MILL)

R.Martínez¹, F. Hernández¹, R.Martínez-Valero¹ y P. Legua¹

¹ Dept. Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández de Elche. 03312 Orihuela. Alicante. España. Correo electrónico: rafa.font@umh.es

RESUMEN

La caracterización de la enfermedad transmisible por injerto denominada *sunblotch* en el aguacatero (*Persea americana* MILL) ha sido descrita por Horne and Parker (1931), Palukaitis et al., (1979) y Allen et al. (1981). Y no se indican síntomas de *woody gall* asociada a la enfermedad típica del *sunblotch*, tal como se puede apreciar en las fotos donde aparecen conjuntas dichas sintomatologías en el mismo árbol. Manifestación quizás debida o a un aumento de la virulencia de las estirpes, o a otra enfermedad transmisible por injerto asociada al *sunblotch*.

Palabras Clave: Sunblotch, woody gall, viroide, aguacate

INTRODUCCIÓN

La enfermedad del *sunblotch* del aguacatero (*Persea americana* Mill) fue descrita por Horner y Parker (1931), Palukaitis et al.,(1979) y por Alen et al.,(1981) que se manifiesta a veces en forma de tiras y manchas amarillas, a veces casi blancas sobre la corteza de las hojas y de los frutos, las tiras parecen poco deprimidas. Sin embargo a veces no manifiestan los síntomas y son portadores. También este viroide está asociado a veces a incompatibilidad de injertos, que se transmite por injerto, por polen y por semillas, sin embargo hasta ahora no se conoce ningún insecto vector. En los árboles muy afectados, la corteza de las ramas aparece rajada en cuadrados rectangulares y estos síntomas pueden ser irregularmente distribuidos, presentando un achaparramiento abierto que conduce a que presente quemaduras importantes.

Asimismo al parecer el método más común de transmisión es por injerto aunque puede contaminarse también por sierras o tijeras de poda (Desjardins *et al.*, 1979). Sin embargo en la minuciosa descripción realizada de esta enfermedad, no figuran síntomas de *woody gall* asociada a este viroide. Más Whiley *et al.*, (1996) indica que uno de los síntomas de la deficiencia en boro es el hinchamiento de los nudos en el ramo, lesiones acorchadas, severos chancros en el tronco y muerte de los brotes jóvenes. Mas la sintomatología referida por el mencionado autor es muy diferente a la que se indica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material sobre el que se ha observado la sintomatología anormal en el aguacatero, es el CVR. Hass de 10 años de edad sobre *seedling* mejicano, regados por goteo en zona franco-arenosa, en árboles lindantes con un huerto de naranjos. Apareciendo algunos árboles enfermos en medio de los normales con crecimientos anormales. Siendo la observación la que ha puesto de manifiesto la sintomatología que se expone a continuación:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la observación en campo de las anormalidades apreciadas en aguacateros enfermos, puede verse claramente sintomatología parecida al *woody gall*, que se haya en árboles a su vez con una sintomatología parecida al *sunblotch*. Pues en la fotografía número 4 se pueden observar claramente las agallas en el tronco y ramas semejantes al *woody gall* de los cítricos. Así como en la fotografía número 3, se pueden observar también la corteza rajada en las ramas y en el tronco semejantes a la sintomatología del *sunblotch*.

Así pues el poder pensar en la primera manifestación en el *woody gall* de los cítricos, es debido a que como puede observarse en la fotografía número 2 conviven conjuntamente líneas de cítricos y aguacateros. De modo que pudiera darse el caso que los utensilios de poda utilizados en ambos cultivos, pudiera haberse transmitido el *woody gall* a los aguacateros.

En cambio la hipertrofia de nudos y chancros debidos a la carencia de boro, indicados por Whiley *et al.*, (1996) son cosas distintas de la sintomatología observada, ya que ni se han podido apreciar chancros ni hipertrofias de nudosidades en los aguacateros observados.

CONCLUSIÓN

De todo lo anterior se desprende que de los síntomas observados en los árboles indicados, puede inducirse el pensar que las sintomatologías del *woody gall* y del *sunblotch* pueden estar asociadas, tal como aparecen en las fotografías expuestas.

BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, R.N., PALUKAITIS, P. AND SYMONS, R.H., 1981. Purified avocado sunblotch viroid causes diseases in avocado seedlings. *Australasian Plant Pathology* 10: 31-32

DESJARDINS, P.R., DRAKE, R.J., ATKINS, E.L. AND BERGH, B.O., 1979. Pollen transmission of avocado sunblotch virus experimentally demonstrated. *California Agriculture* 33: 14-15

HORNER, W.T. AND PARKER, E.R., 1931. The avocado disease called sunblotch. *Phytopathology* 21: 235-238.

PALUKAITIS, P., HATTA, T., ALEXANDER, D.E. AND SYMONS, R.H., 1979. Characterisation of a viroid associated with avocado sunblotch disease. *Virology* 99:145-151

Whiley, A.W.; Smith, T.E., Saranah, J.B. and Wolstenholme, B.N., 1996. Boron nutrition of avocados. *Talking Avocados* 7(2): 12-15

Fotografía nº 1



Fotografía nº 2



Fotografía nº 3



Fotografía nº 4

LABORATORY BASED EVALUATION OF 1-METHYL CYCLOPROPENE (1-MCP): WITH FIVE SOUTH AFRICAN COMMERCIAL EXPORT AVOCADO CULTIVARS

D. Lemmer & F.J. Kruger

ARC-Institute for Tropical and Subtropical Crops, Private Bag X11208, Nelspruit, 1200, Tel: (013) 7537000, Fax: (013) 7523854, e-mail: danie@itsc.agric.za or frans@itsc.agric.za

ABSTRACT

In the past, the firmness of South African export avocados was maintained by reducing the storage temperature during transport. More recently, controlled atmosphere (CA) has been added to further reduce ripening during storage. This certainly improved the chances of landing a hard fruit in Europe, but certain physiological and monetary concerns remain. During the 2000 and 2001 seasons, we evaluated the effectiveness of 1-methyl cyclopropene (1-MCP), an ethylene inhibitor on avocados, at the ARC-ITSC laboratory in Nelspruit, South Africa. The trials were done with all the major export cultivars and covered aspects such as storage potential, respiration rate and fruit quality upon ripening. The results were extremely positive and the manufacturer (Rohm & Haas, USA) has obtained registration (SmartFresh™) on avocados in South Africa. Static container trials followed during the 2002 season, the results of which are published in a second paper.

Key Words: Avocado, Hass, Fuerte, Pinkerton, Ryan, Edranol, 1- methyl cyclopropene, 1-MCP, Smartfresh

INTRODUCTION

During the 2000 and 2001 seasons, we have been evaluating the effectiveness of 1-methyl cyclopropene (1-MCP), an ethylene inhibitor formulated to block the cellular receptor sites for this hormone. During 2000, trials were conducted with all the major export cultivars in order to establish the efficacy of 1-MCP in terms of the inhibition of ripening. The positive results warranted further research and the study was continued during the 2001 season. The most important aim of the 2001 trials was to compare the ripening inhibition efficacy of 1-MCP with that of controlled atmosphere (CA) storage.

MATERIAL AND METHODS

Fruit from five different avocado cultivars, namely, Pinkerton, Hass, Edranol, Fuerte and Ryan, were obtained from a packinghouse in the Burgershall area of the Mpumalanga Province of South Africa. 1-MCP was administered in 3 concentrations, namely, 0, 225, 500 and 1000 ppb for 12 hours at respectively 5°C and 10°C. After administering the 1-MCP, the avocados were stored at 6°C for 25 days. Hereafter, the fruit were ripened on the shelf at the prevailing room temperature. Density readings were taken at the time of evaluation to ensure that the fruit were cut within similar firmness ranges. Fruit ripening was expressed as the mean number of days until the 'ready to eat stage' was reached and a longitudinal ripening profile was composed. The following recordings were made upon ripening: Black cold damage was scored and expressed as the percentage of skin surface that showed this chilling injury symptom. Dusky browning was scored and expressed as the percentage of skin surface that showed the symptom. Lenticel damage was scored and expressed as the percentage of skin surface exhibiting injured lenticels. Anthracnose was scored and expressed as the percentage of the skin surface of each fruit that showed symptoms of infection. Greypulp was scored and expressed as the percentage of the pulp volume of each fruit that showed symptoms. Vascular browning was scored and expressed as the percentage of the pulp volume of each fruit that showed symptoms. Stem-end-rot was scored and expressed as the percentage of the pulp volume of each fruit that showed symptoms.

In the 'Edranol' trial, a controlled atmosphere (CA) at 6% O₂: 4% CO₂ treatment was compared to fruit treated with 500 ppb 1-MCP. The fruit were stored at 5°C and 10°C and the respiration rate determined. In the case of the RA treatments, this was done with 8 fruit throughout the storage period. As CA storage had to be uninterrupted, the respiration rates of the CA treatments were only determined on day 25 when CA storage was terminated and on day 30 when all the fruit were removed from cold storage. Upon ripening, the fruit were evaluated using the set of quality parameters mentioned above.

RESULTS AND DISCUSSION

The mean number of days required for ripening at ambient is displayed in Figure 1. From the results it is clear that 1-MCP lengthened the ripening period of all cultivars. In the case of 'Fuerte' and 'Hass', the period from removal out of cold storage until ripe, was effectively doubled. With 'Edranol' and 'Pinkerton' it was tripled while in 'Ryan' the shelf life period was lengthened by four to six times.

No major difference in ripening rate was observed between the 5°C or 10°C applications. It would therefore be possible to apply the compound at the storage temperature at which the fruit are exported. In South Africa, this temperature is usually between the two temperatures used in the present study.

The incidence of greypulp is shown in Figure 2. The 5°C 1-MCP treated 'Pinkerton', 'Edranol' and 'Ryan' fruit developed significantly less greypulp than the control. This was also true for Edranol fruit treated at 10°C. Greypulp appears during the ripening of cool stored fruit, it is an indication of over-maturity and controlled through export maturity regulations formulated by the South African Avocado Growers Association (SAAGA) and enforced by the Perishable Product Export Control Board (PPECB). 1-MCP may possibly have a role to play in reducing the incidence of grey-pulp. However, the epidemiology of the disorder is such that a number of season's commercial statistics is required to substantiate this claim.

In the cases of 'Ryan', 'Edranol' and 'Fuerte', the incidence of anthracnose and stem end rot (Figures 3 and 4) was significantly higher in 1-MCP treated than in control fruit. This is to be expected,

as it is a well known fact that in avocados, the lengthening of the storage period, such is also attained by the use of colder temperatures, CA, MA or 1-MCP, increases the incidence of pathological disorders upon ripening.

The epidemiology of pulp spot, black cold injury, dusky browning and lenticel damage is usually difficult to interpret and the present study was no exception (data not shown). The incidence of the disorders was found to be low and the results did not indicate 1-MCP to significantly influence the manifestation of the symptoms.

The respiration rates of the Edranol fruit stored under CA are shown in Figures 5 and 6. From the graphs it is clear that 1-MCP suppressed the respiration rate of the fruit to a far greater extent than did CA at storage temperatures of both 5°C and 10°C.

CONCLUSIONS

The results were extremely positive and 1-MCP has considerable potential to contribute towards a reduction in the incidence of 'soft landings' of South African avocados exported to Europe. The manufacturer (Rohm & Haas, USA) has subsequently registered the powder formulation of the product in South Africa. During 2002, a tablet formulation of 1-MCP, SmartFresh™, was tested under semi-commercial conditions on 'Fuerte' and 'Hass' at the Westfalia packhouse near Tzaneen in the Limpopo Province of South Africa (Lemmer *et al.*, 2003).

REFERENCE

LEMMER D., BEZUIDENHOUT, J., SEKHUNE S., RAMOKONE, P. LETSOALO, L., MALUMANE, T.R., CHIBI, P. NXUNDU Y., HOBSON, M. & KRUGER, F.J. 2003. Semi-commercial evaluation of Smartfresh™ with South African export avocados in static containers at the Westfalia packinghouse during 2002. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 26: In press.

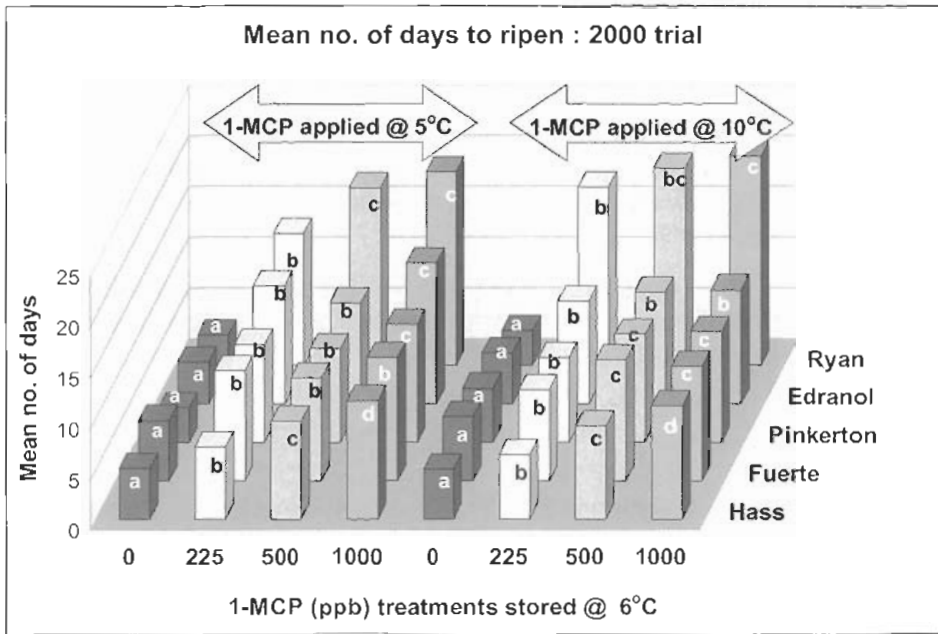


Figure 1: Mean number of days required to ripen the fruit of 5 different avocado cultivars under ambient conditions. The fruit were treated with different concentrations of 1-MCP (0, 225, 500 and 1000 ppb) applied at two temperatures (5°C and 10°C), before being stored at 6°C for 30 days. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each cultivar do not allow for statistical comparison between cultivars (Student t-test, P>0.05).

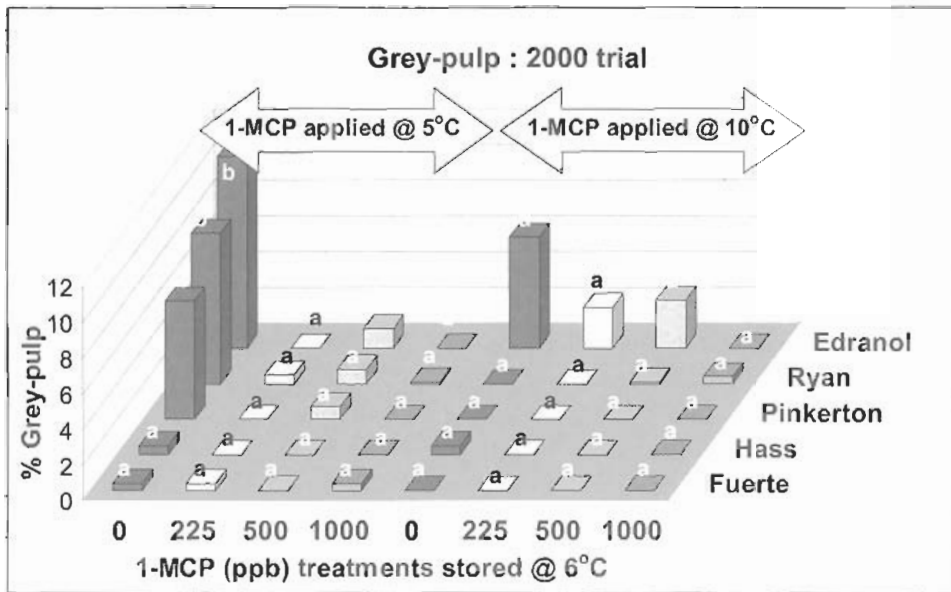


Figure 2: Percentage grey-pulp recorded in 5 different avocado cultivars, after ripening at ambient conditions. The fruit were treated with different concentrations of 1-MCP (0, 225, 500 and 1000 ppb) applied at two temperatures (5°C and 10°C), before being stored at 6°C for 30 days. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each cultivar do not allow for statistical comparison between cultivars (Student t-test, P>0.05).

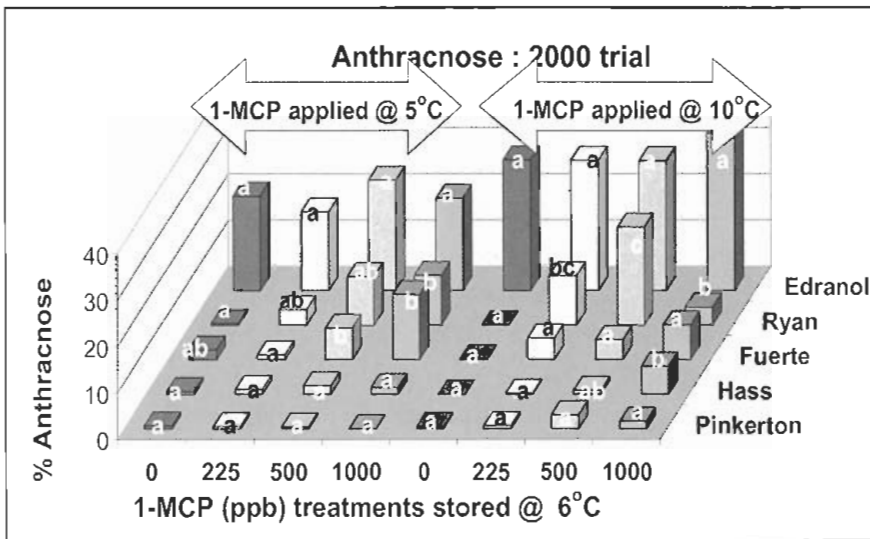


Figure 3: Percentage anthracnose recorded in 5 different avocado cultivars, after ripening at ambient conditions. The fruit were treated with different concentrations of 1-MCP (0, 225, 500 and 1000 ppb) applied at two temperatures (5°C and 10°C), before being stored at 6°C for 30 days. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each cultivar do not allow for statistical comparison between cultivars (Student t-test, P>0.05).

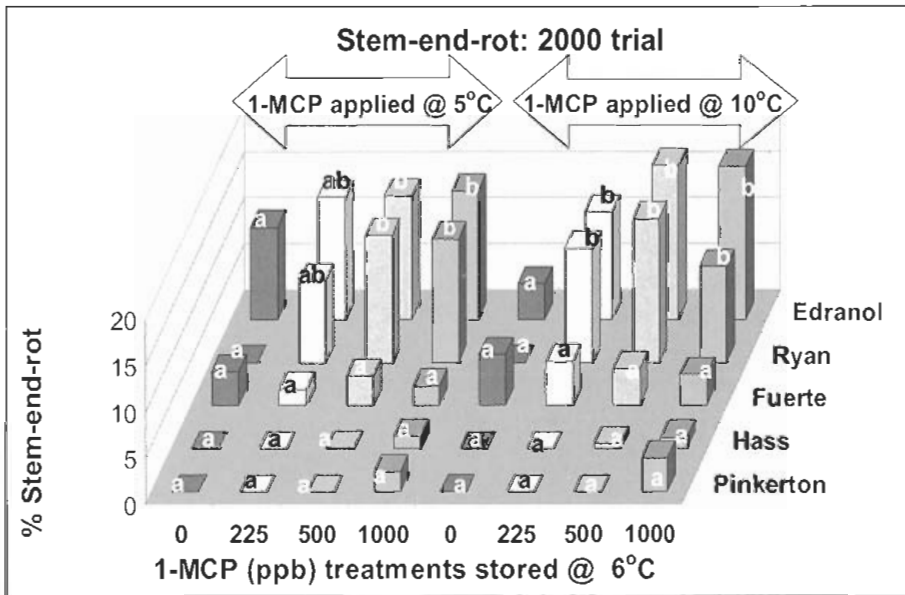


Figure 4: Percentage stem-end-rot recorded in 5 different avocado cultivars, after ripening at ambient conditions. The fruit were treated with different concentrations of 1-MCP (0, 225, 500 and 1000 ppb) applied at two temperatures (5°C and 10°C), before being stored at 6°C for 30 days. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each cultivar do not allow for statistical comparison between cultivars (Student t-test, P>0.05).

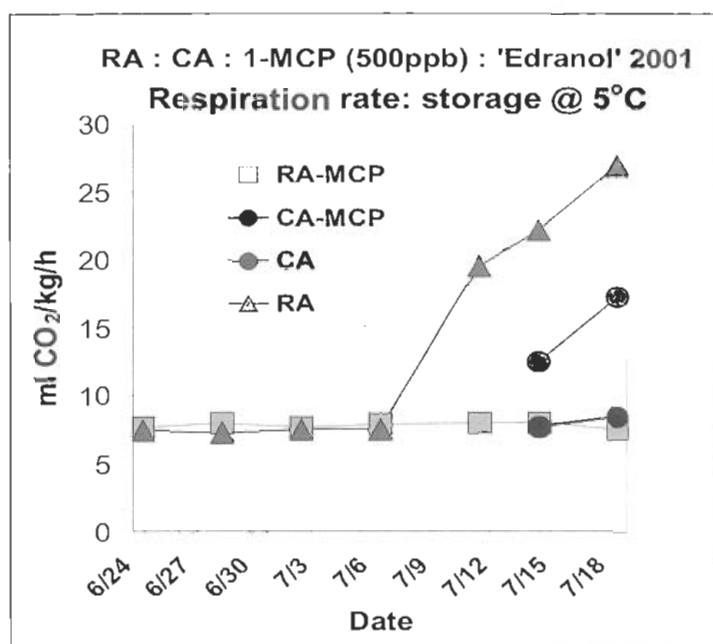


Figure 5: The respiration rate of control and 1-MCP treated 'Edranol' fruit stored under RA and CA conditions at 5°C.

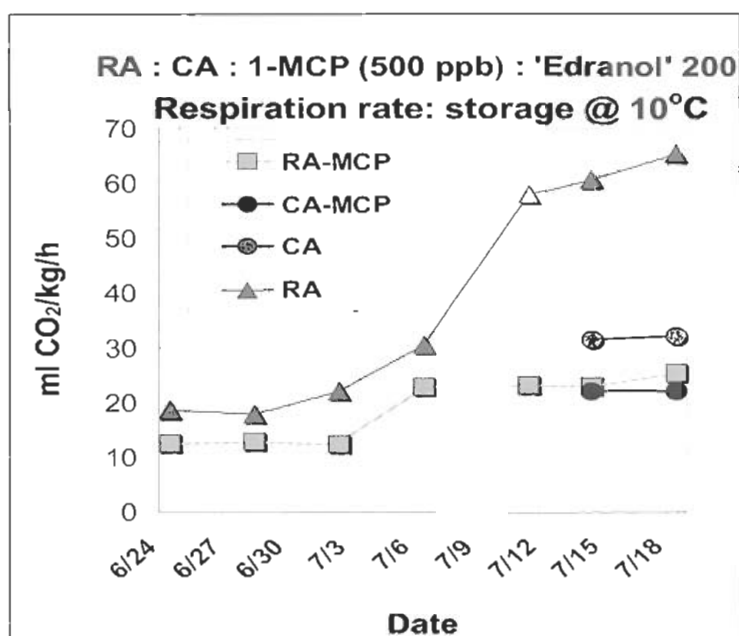


Figure 6: The respiration rate of control and 1-MCP treated 'Edranol' fruit stored under RA and CA conditions at 10°C.

SEMI-COMMERCIAL EVALUATION OF SMARTFRESH™ WITH SOUTH AFRICAN EXPORT AVOCADOS IN STATIC CONTAINERS AT A PACKINGHOUSE DURING 2002.

D Lemmer¹, J. Bezuidenhout², S. Sekhune², P. Ramokone², L. Letsoalo², T.R. Malumane¹, P. Chibi¹, Y. Nxundu¹, & F.J. Kruger¹.

¹ARC-ITSC, Private Bag X11208, Nelspruit, 1200, South Africa. danie@itsc.agric.za or frans@itsc.agric.za

²Westfalia Estates, P.O Box 14, Duivelskloof, 0835, South Africa

ABSTRACT

During the 2000 and 2001 seasons, intensive laboratory testing was done with 1-methyl cyclopropene (1-MCP), an ethylene blocker, on avocado fruit. All the major South African cultivars were tested and aspects such as storage potential, respiration rate and fruit quality upon ripening were covered. The results were extremely positive and the manufacturer (Rohm & Haas, USA) has subsequently registered the powder formulation of the product in South Africa at an application rate of 500 ppb and an exposure period of 12 hours. During 2002, a tablet formulation of 1-MCP, SmartFresh™ was tested under semi-commercial conditions on 'Fuerte' and 'Hass' at the Westfalia packhouse in Tzaneen. The product was applied in a static reefer container. SmartFresh™ was found to effectively inhibit the ripening process of 'Hass' and 'Fuerte' under the semi-commercial conditions described above. The inhibition of ripening was more intense in 'Fuerte' than in 'Hass'. Furthermore, the inhibition of ripening was more intense in the smaller count 18 fruit than in the bigger count 10-12 fruit. The increase in storage life was found to be comparable to that attained with controlled atmosphere storage (CA) when Smartfresh™ was applied at the optimum dosage. The most appropriate packhouse based dosage regime for all sized fruit of both cultivars was 300 ppb applied for 16 hours. The period may be prolonged to 36 hours if done in a refrigerated truck en route to the port of export and the treatment must preferably be started within 3 days after harvest.

Key Words: Avocado, Hass, Fuerte, 1- methyl cyclopropene, 1-MCP, Smartfresh

INTRODUCTION

During the 2000-2001 seasons, the ARC-ITSC has been evaluating the effectiveness of SmartFresh[™] a product containing an ethylene inhibitor, 1 -methyl cyclopropene (1-MCP), on avocados (Lemmer *et al.*, 2002). The trials were done in the laboratory using all the major export cultivars and covered aspects such as storage potential, respiration rate and fruit quality upon ripening.

Due to the extremely positive results, the manufacturer (Rohm & Haas, USA) has registered the powder formulation of the product on avocados in South Africa. During 2002, a tablet formulation, SmartFresh[™] was tested under semi-commercial conditions on 'Fuerte' and 'Hass' at the Westfalia packhouse in Tzaneen. The product was applied under packhouse conditions in a static reefer container. The research aimed to determine suitable application periods and optimum dosage regimes for 'Fuerte' and 'Hass' avocado fruit.

MATERIAL AND METHODS

In the case of 'Fuerte' count 18 (211-235g) and count 10 (366-450g) fruit were used. In the case of 'Hass' count 18 (211-235g) and count 12 (306-365g) fruit were used. Freshly harvested and packed export fruit were sampled for the trials.

Taking our previous results into consideration, it was decided to include two SmartFresh[™] concentrations (300 ppb and 500 ppb) and to treat the fruit for 16 hours. On packhouse management request, an 8 hour regime was also included in one of the trials. In all cases, the SmartFresh[™] treated fruit were compared with untreated control fruit from the same batch.

Smartfresh[™] treated fruit were also compared with CA stored fruit ($CO_2 = 6\%$ and $O_2 = 4\%$). A flow-through CA system (consisting of a 100l drum connected to gas regulators and a CA control board) was installed in a Westfalia cold room for this purpose.

Two 58m³ reefer shipping containers were parked at Westfalia packhouse for the duration of the 2002 season. One container was air-tightened and used for treating the fruit while the second was used for cool storage.

A total number of 11 container loads were treated during the 2002 season. 'Fuerte' fruit were treated on 18 April, 25 April, 5 June, 23 July, 24 July, 31 July, 2 August and 'Hass' fruit were treated on 5 June, 23 July, 24 July, 2 August, 26 August, 27 August, 28 August, 29 August and 30 August.

Individual fruit were comprehensively evaluated as they ripened. The following criteria were included when evaluating the fruit upon ripening: No. of days to ripen, bruising, black cold damage lenticel damage, dusky browning, greypulp, pulpspot, vascular browning, anthracnose, stem-end-rot. The physiological and pathological disorders were scored on a scale of 1-3 where 1 depicted a mild and 3 a severe disorder.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 demonstrates the effect of pallet position within the container during the application and storage period on the ripening of 'Fuerte' count 18 fruit. Pallet position did not make a difference. This indicates that Smartfresh[™] diffused effectively through the container.

The number of days required to ripen 'Fuerte' fruit during the various trials, is displayed in Figure 2. Treatment with SmartFresh™ led to a significant increase in the average number of days to ripen, throughout the season. This was true for the count 18 and count 10 fruit. However, the inhibition of ripening was more pronounced in the smaller count 18 fruit than in the bigger count 10 fruit. When comparing the 300 and 500 ppb treatments, it is clear that the higher concentration of Smartfresh™ more drastically inhibited ripening than the lower concentration. Nevertheless, the effect attained with the 300 ppb treatment was still satisfactory.

The 'number of days until ripe' recorded for 'Hass' fruit is shown in Figure 3. A trend similar to 'Fuerte' was observed. However, the Hass fruit, especially the bigger count 12 fruit, reacted less favourably than 'Fuerte' to the SmartFresh™ treatment. This might be contributed to the higher metabolic rate of 'Hass' fruit. The general effect was nonetheless acceptable and, as will be shown later, very similar to that attained with CA.

The percentage 'Fuerte' fruit with greypulp (a type of mesocarp discoloration) is portrayed in Figure 4. The untreated fruit showed an increasing prevalence as the season progressed and this trend started earlier and manifested to a greater extent in the bigger count 10 fruit. It is promising to note that the Smartfresh™ treatments led to a significant decrease in the greypulp incidence of, especially, the count 10 fruit. The reduction was more prominent and consistent in the higher dosage treatments (500ppb) of 24 July and 2 August.

The incidence of anthracnose in 'Hass' is represented in Figure 5. As the season progressed, the incidence of the infection increased. Only one SmartFresh™ treatment showed a significant increase in anthracnose infection (count18; treated on 30 August). This treatment was done at the higher dosage (500ppb) and the ripening period was considerably longer in this specific case. The intensity of the infection was also influenced. With the control, all 16% of infected fruit scored 1. With the SmartFresh™ treatment 16% of the fruit obtained a rating of 1, while 7.4% scored 2 and 3.7% scored 3. Care must therefore be taken not to overextend the shelflife period by using a too high dosage. This was also noticed in the laboratory trials conducted during the previous 2 seasons (Lemmer *et al.*, 2002).

The percentage of 'Fuerte' fruit with stem-end-rot is displayed in Figure 6. The control fruit did not show a significant increase in infection towards the end of the season. However, the Smartfresh™ treatments did. This increase was earlier and more prominent in the count 10 fruit and was again caused by the lengthening of the storage period. A similar trend was noticed with the CA treatments (data not shown due to restrictions placed on the length of this article).

CONCLUSION

The results clearly showed 1-MCP to have the necessary potential to reduce the incidence of soft landings of South African avocados exported to Europe. The first commercial exports are to take place during the 2003 season.

REFERENCE

LEMMER, D., KRUGER, F.J. MALUMANE, T.R. & NXUDU, Y. 2002. 1-Methyl cyclopropene: an alternative for controlled atmosphere storage of South African export avocados. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 25:28-39.

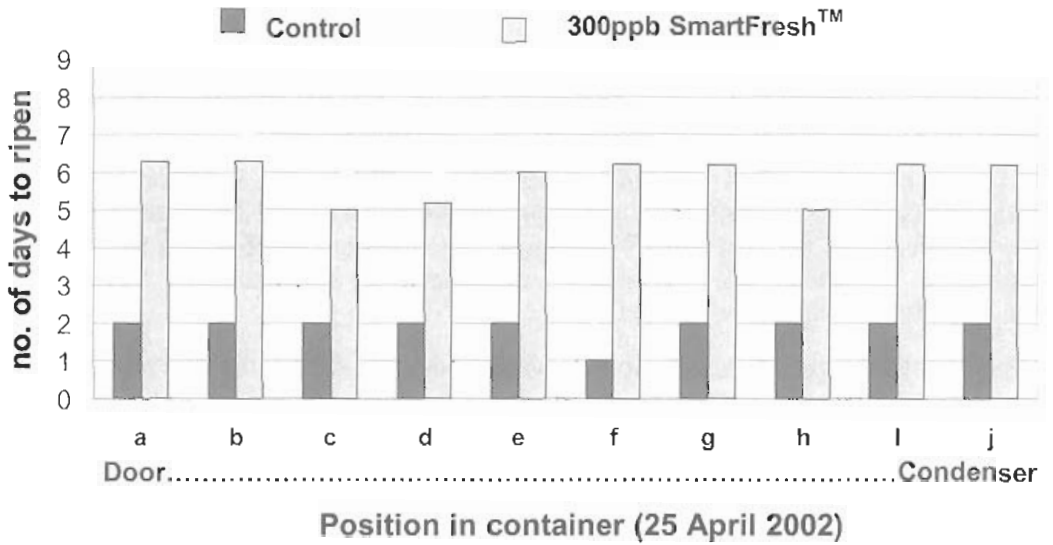


Figure 1: Mean number of days required to ripen count 18 'Fuerte' fruit treated and stored in different pallet positions within the container. The fruit were treated on 25 April with 300 ppb Smartfresh™ for 16 hours before being stored with untreated samples for 28 days at 7°C. Bars marked with the same symbol are not significantly different (Student t-test, P>0.05).

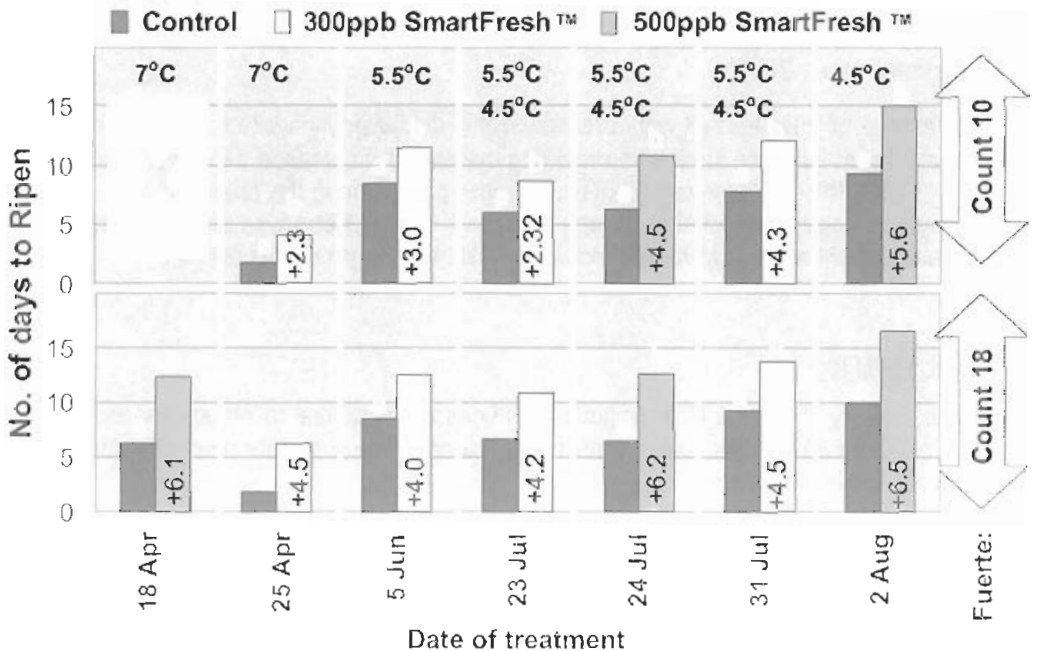


Figure 2: Mean number of days taken to ripen counts 10 and 18 'Fuerte' fruit at 18°C. The fruit were treated on the listed dates inside a 58 m³ refrigerated sea freight container with either 300 or 500 ppb Smartfresh™ for 16 hours, before being stored with untreated samples for 28 days at the indicated export temperatures used at the time. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each treatment date and fruit count (Student t-test, P>0.05).

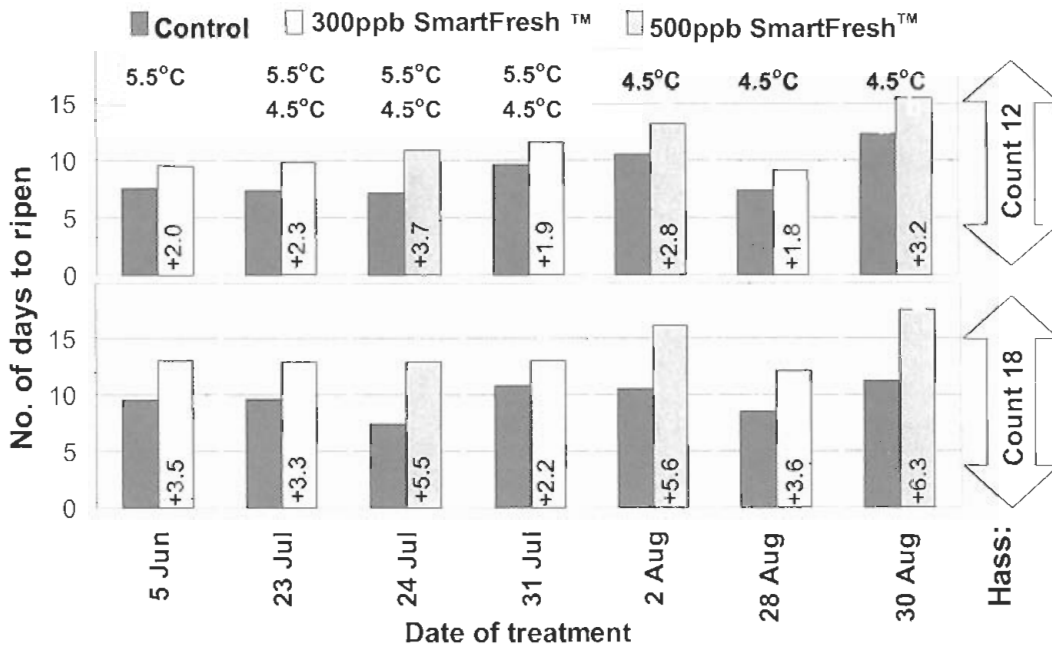


Figure 3: Mean number of days taken to ripen counts 12 and 18 'Hass' fruit at 18°C. The fruit were treated on the listed dates inside a 58 m³ refrigerated sea freight container with either 300 or 500 ppb Smartfresh™ for 16 hours before being stored with untreated samples for 28 days at the indicated export temperatures used at the time. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each treatment date and fruit count (Student t-test, P>0.05).

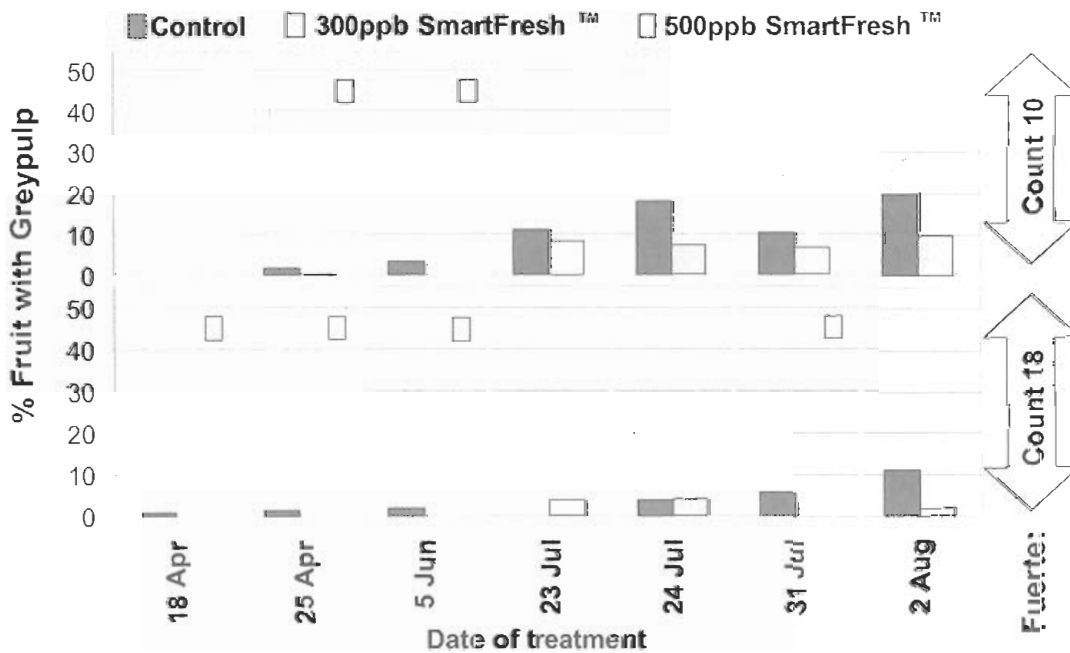


Figure 4: Percentage counts 10 and 18 'Fuente' fruit with greypulp as recorded when the fruit ripened. The fruit were treated on the listed dates inside a 58 m³ refrigerated sea freight container with either 300 or 500 ppb Smartfresh™ for 16 hours before being stored with untreated samples for 28 days at the SAAGA export temperatures used at the time. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each treatment date and fruit count (χ^2 -test, P<0.95).

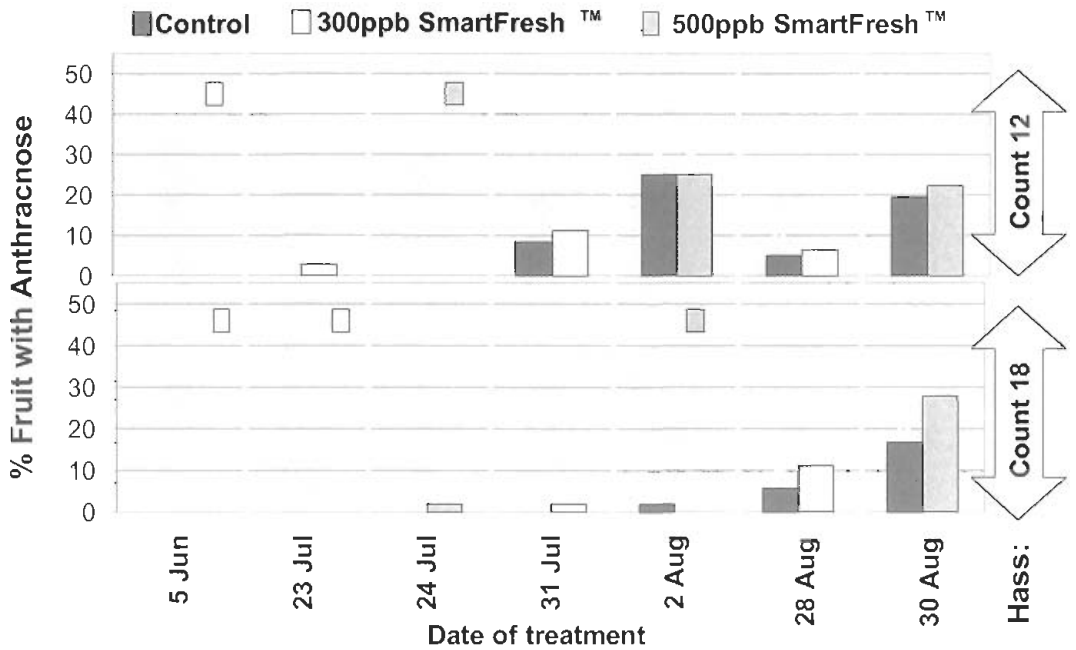


Figure 5: Percentage counts 12 and 18 'Hass' fruit with anthracnose, as recorded when the fruit ripened. The fruit were treated on the listed dates inside a 58 m³ refrigerated sea freight container with either 300 or 500 ppb Smartfresh™ for 16 hours, before being stored with untreated samples for 28 days at the SAAGA export temperatures used at the time. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each treatment date and fruit count (χ^2 -test, $P < 0.95$).

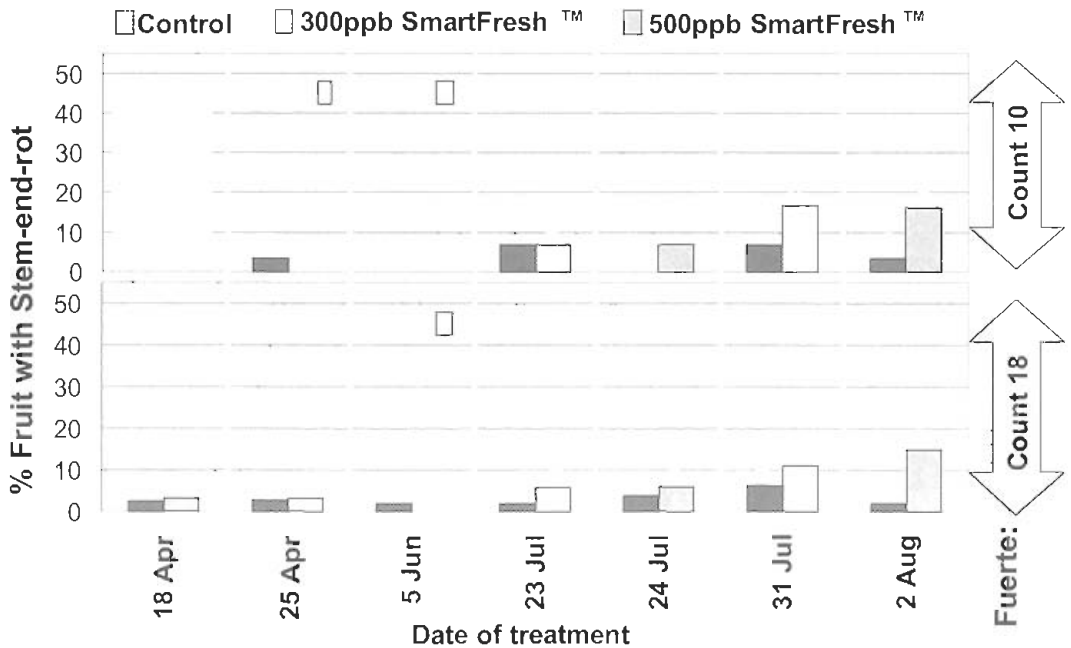


Figure 6: Percentage counts 10 and 18 'Fuerte' fruit with stem-end-rot, as recorded when the fruit ripened. The fruit were treated on the listed dates inside a 58 m³ refrigerated sea freight container with either 300 or 500 ppb Smartfresh™ for 16 hours, before being stored with untreated samples for 28 days at the SAAGA export temperatures used at the time. Bars marked with the same symbol are not significantly different. The statistics apply separately for each treatment date and count fruit (χ^2 -test, $P < 0.95$).

FRUIT AGE MANAGEMENT: THE KEY TO SUCCESSFUL LONG DISTANCE EXPORT OF NEW ZEALAND AVOCADOS

J. Dixon¹, H.A. Pak, A.J. Mandemaker, D.B. Smith, T.A. Elmsly and J.G.M. Cutting

**¹Avocado Industry Council Ltd, P.O. Box 16004, Bethlehem, Tauranga, New Zealand.
E-mail: jonathandixon@nzavocado.co.nz.**

SUMMARY

The New Zealand (NZ) avocado industry has implemented an annual quality assurance programme in the USA in partnership with importers of NZ avocados. Information collected from quality inspections has been used to identify factors that influence fruit quality of exported avocados. The factor with the most influence on fruit quality was fruit age (the number of days from harvest until the fruit are assessed). The relationship between fruit age and fruit quality was non-linear with an appreciable deterioration in quality occurring after 32 days. In a series of controlled experiments the relationship between fruit quality and duration of storage and fruit maturity was investigated. Optimal storage time decreased as fruit maturity increased with 21 days at 4°C maximising fruit quality in September reducing to 7 days in March. Manipulation of fruit age could be used as a management tool to achieve consistent fruit quality in export markets over the harvest season by reducing fruit age on arrival into the market.

Key Words: body rot, maturity, quality, stem end rot

INTRODUCTION

Avocados are recognised as having a short storage life, making it a challenge to maintain fruit quality when exporting avocados long distances. In recent years the NZ avocado industry has been exporting fruit to the USA from August to November. In 1999 there were large losses of avocados exported to the USA due to fruit decaying rapidly after arrival. In response the NZ avocado industry implemented a quality assurance programme for the 2000-2002 export seasons where fruit arriving in the Port of Los Angeles were surveyed for disorders at each importers facility. The information collected was passed back to exporters through the Avocado Industry Council.

One important factor that influences fruit quality in South African avocados exported long distances to Europe is fruit age (the number of days from harvest until assessment) and fruit maturity over the harvest season (Vorster et al, 1990). Avocado fruit quality has been reported to deteriorate with increasing fruit age and maturity (Cutting and Wolstenholme, 1992). At present there is little known about the influence of fruit age on NZ avocado fruit quality. By managing the age of fruit arriving in distant markets it should be possible to deliver fruit of consistent quality despite changing fruit maturity. To determine appropriate postharvest timelines to give desired fruit ages, information is required on fruit quality in relation to fruit age from both the export market and controlled experiments designed to characterise the relationship between fruit quality, maturity and duration of storage. The effect of fruit age on NZ avocado fruit quality was investigated in the USA market via the quality assurance programme in the USA. The effect of storage duration and maturity on fruit quality was examined in a series of experiments on fruit over the export harvest season.

MATERIALS AND METHODS

Quality Assurance Programme

Each year (2000, 2001 and 2002) about 400 boxes of fruit were inspected on arrival into importers facilities in the USA. For the USA export season September-November 2000 one box from each of 10 pallets was assessed each week; a sub-sample of 2 boxes was taken for detailed fruit examination. For the export season September-November 2001 and September-October 2002 one box from up to 24 pallets was assessed two weekly; a sub-sample of 4 boxes was taken for detailed fruit examination. In 2000, 2001 and 2002, 97 boxes of fruit (more than 4600 fruit), 85 boxes of fruit (more than 4000 fruit) and 68 boxes of fruit (more than 3,000 fruit), respectively, were cut for internal examination. In each year, fruit were stored for 5 days at 7°C at the University of California, Riverside then ripened at ambient (20-22°C).

After removal from storage unripe green fruit were inspected for disorders on the surface of the fruit and once eating ripe were assessed for internal disorders. Ripeness was determined by firmometer when the fruit reached a softness reading of 85 using a 300g weight or by hand feel after calibration to a firmometer. Fruit were assessed for disorders according to the Avocado Industry Council Fruit Assessment Manual (2000 and 2001). Disorders were rated by assessing the percentage (scale 0 to 100) of the cut surface of the fruit or skin surface area that was affected by disorders. Green fruit were rated for discrete patches (brown to black sunken lesions with sharp discrete edges), fuzzy patches (brown to black sunken lesions with indistinct edges) and peel damage (skin abrasions). Ripe fruit were rated for visible fungal fruiting bodies then cut longitudinally into quarters where the cut surface of ripe fruit was rated for stem end rot (discoloured flesh from the stem button down), vascular browning, flesh bruising and diffuse flesh discoloration (greying of the flesh with indistinct edges). The under side of the peeled skin was rated for brown patches (body rot as circular brown coloured patches).

Fruit age experiment

Avocado fruit (cv. 'Hass') were harvested from three commercial orchards in the Bay of Plenty region (37°S, 176°E), North Island of NZ. There were four harvests: 4/9/2002 (harvest 1), 31/10/2002 (harvest 2), 7/1/2003 (harvest 3) and 6/3/2003 (harvest 4). Within 4 hours of harvest fruit were packed into trays and placed into a commercial coolstore at 4°C, 85% RH. A sample of 100 fruit per orchard per harvest was removed from storage every seven days for up to 42 days to 20°C for ripening. A non-stored control sample of 100 fruit per orchard per harvest was ripened at 20°C, 60% RH, immediately after harvest. A 20 fruit sample from each harvest from each orchard was assessed for percentage dry matter by drying flesh peelings from the inside face of one quarter of each fruit after the seed, seed coat and skin were removed. After removal from

storage unripe green fruit and eating ripe fruit were assessed for disorders as in the quality assurance survey.

The fruit age experiment was analysed as a repeated measures trial with harvests nested within orchards. Binary logistic regression analysis (MINITAB) was used to determine differences in incidences.

RESULTS AND DISCUSSION

Quality Assurance Programme

New Zealand avocados exported to the USA were 23 to 44 days from harvest when the fruit reached eating ripeness (Figure 1). The lower the fruit age the lower the incidence of unsound fruit at a disorder severity threshold of 5% (Figure 1). There was a non-linear increase in unsound fruit as fruit age increased with an appreciable deterioration in quality after 32 days from harvest. The relationship between fruit age and unsound fruit was described by the power function $y = -7.56 + 0.0075 \cdot x^3$ ($r^2 = 0.733$, $p < 0.001$, Figure 1). These results suggest that if fruit age can be maintained below 30 days then the incidence of unsound fruit will, on average, be below 10%.

The current timeline for postharvest handling of NZ avocados exported to the USA is: 1-2 days for harvest, grading and packing, 9-10 days for onshore consolidation, 15 days for transit on reefer vessel, 9-12 days for unloading, distribution and sale and 3-5 days for ripening. Within this timeline the only opportunity for the New Zealand avocado industry to manipulate fruit age is to change the onshore consolidation time. However, the degree to which onshore consolidation times should be reduced and the timing during the harvest season of changes to consolidation times cannot be determined from the quality assurance programme data.

Fruit age experiment

Fruit dry matter increased from harvest 1 to harvest 3 and was the same for harvest 3 and harvest 4 (Table 1). The time to ripen decreased with each harvest ($p < 0.001$) and storage duration ($p < 0.001$). In general, non-stored fruit from harvests 1 to 3 had higher incidences and severity of stem end rot and body rot than fruit cool stored 7 to 21 days. Fruit stored longer than 21 days had levels of rots that increased exponentially with time in storage, up to 42 days, eventually exceeding the levels of rots found in non-stored fruit. The incidence of unsound fruit with disorders less than 5% severity increased significantly after 28 days storage (Table 1). A short period of cool storage (7 to 14 days) was beneficial in reducing the incidence and severity of rots over that of non-stored fruit for all harvests (Table 1). Harvest 1 fruit stored for 21 days had the least incidence of unsound fruit but by harvest 4 it was fruit stored 7 days that had the least incidence of unsound fruit (Table 1). With each successive harvest the incidence and severity of rots was greater with less time in storage. Plotting this data as a response surface (Figure 2) shows that the pattern of unsound fruit incidence was similar over the harvests but the rate at which the incidence of unsound fruit increased was greater in harvests 3 and 4. The changing surface topography in Figure 2 suggests that the range of storage times when the fruit quality was optimal narrowed with each successive harvest. Outside the optimal storage times quality deteriorated faster and to a greater incidence of unsound fruit with successive harvests. To maintain the same incidence of unsound fruit at each harvest would require reducing the duration of storage from a range of 7 to 21 days for harvest 1 to 7 days for harvest 4. This suggests that fruit age in the market could be progressively reduced to maintain fruit quality at the same level. However, changes in the onshore consolidation time needs to take into account what is practicable with respect to the logistics of harvesting and loading of shipping vessels to meet market requirements.

CONCLUSIONS

Maturity and duration of storage affected the incidence and severity of rots in ripe avocado fruit. The age of fruit in the market is related to avocado fruit quality. Fruit quality in distant markets has the potential to be managed by manipulating fruit age. One such method could be to progressively reduce the onshore consolidation time throughout the export harvest season.

Acknowledgements

The research was funded by the Foundation for Research Science and Technology contract no. AVIX0201. The quality assurance programme was funded by the New Zealand Avocado Industry Council Ltd.

REFERENCES

- CUTTING JGM, WOLSTENHOLME BN 1992 Maturity and water loss effects on avocado (*Persea americana* Mill.) postharvest physiology in cool environments. *Journal of Horticultural Science* 67: 569-575
- DIXON J 2000 Avocado Assessment Manual 2000. Version 1.0 Avocado Industry Council Ltd
- DIXON J 2001 Avocado Assessment Manual 2001. Version 2.0 Avocado Industry Council Ltd
- VORSTER LL, TOERIEN JC, BEZUIDENHOUT JJ 1990. Temperature management of avocados – an integrated approach. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 13: 43-46

Table 1 The effect of time at 4°C, time to ripen at 20°C and quality of avocados ripened at 20°C.

Harvest	Dry matter %	Storage time days	Time to ripen days	Stem end rot		Body rot		Unsound fruit ^c %
				Inc ^a	Sev ^b	Inc	Sev	
1	24.2	0	16.5	25.3	1.3	25.0	2.4	19.3
		7	13.9	10.3	0.5	18.7	0.9	5.7
		14	9.6	11.3	0.3	12.0	0.5	6.0
		21	7.0	14.0	0.2	8.7	0.3	3.0
		28	6.3	21.0	0.4	17.0	0.4	7.0
		35	6.3	19.7	0.5	20.3	1.1	11.0
		42	5.9	23.3	1.3	30.0	2.5	28.3
2	28.3	0	12.9	7.3	0.3	21.3	0.6	6.0
		7	8.5	1.7	0.0	13.3	0.3	1.7
		14	6.1	1.7	0.0	12.0	0.4	2.3
		21	5.6	7.0	0.1	8.3	0.1	2.3
		28	5.4	11.7	0.2	21.3	0.8	4.0
		35	5.3	24.0	0.5	21.0	1.6	19.3
		42	6.4	63.3	2.4	59.0	20.4	59.3
3	33.1	0	12.3	14.7	1.1	39.7	1.9	13.0
		7	6.6	2.3	0.1	12.3	0.3	1.3
		14	4.9	0.7	0.0	15.0	0.3	0.3
		21	3.3	3.3	0.1	16.0	0.4	2.0
		28	4.7	8.3	0.5	33.7	2.3	11.3
		35	4.4	7.7	0.4	41.7	3.5	15.7
		42	4.2	18.0	0.7	62.3	5.6	60.0
4	33.2	0	5.5	2.0	0.0	35.7	0.8	4.3
		7	3.7	0.0	0.0	23.0	0.5	1.3
		14	4.1	2.3	0.0	32.3	0.7	3.0
		21	3.2	3.7	0.1	42.0	1.8	9.0
		28	2.4	8.3	0.2	51.3	2.4	16.7
		35	3.1	20.7	0.7	64.0	4.7	27.0
		42	3.2	42.3	1.4	90.3	9.1	64.3
ANOVA		Harvest	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
		Time	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001

^a Percentage of fruit, significance levels estimated using binary logistic regression analysis; ^b Percentage of the cut surface of a fruit with stem end rot of the percentage of the inside skin with lesion for body rot; ^c The incidence of ripe fruit with disorders greater than 5% severity

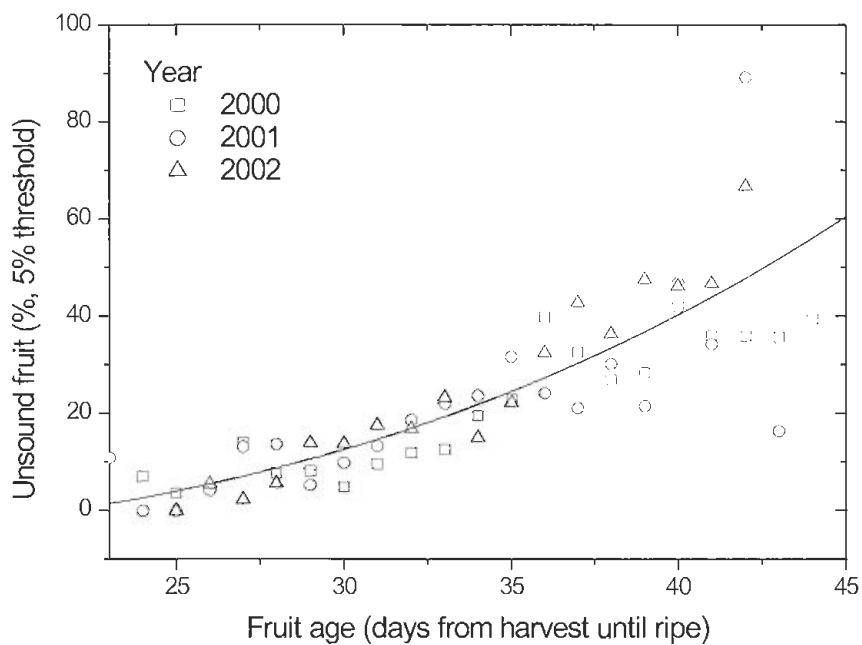


Figure 1 Relationship between fruit age and incidence of unsound fruit (using a 5% threshold of disorder severity) for avocados exported to the USA from 2000 to 2002. Each point represents the average incidence of unsound fruit that ripened at each fruit age.

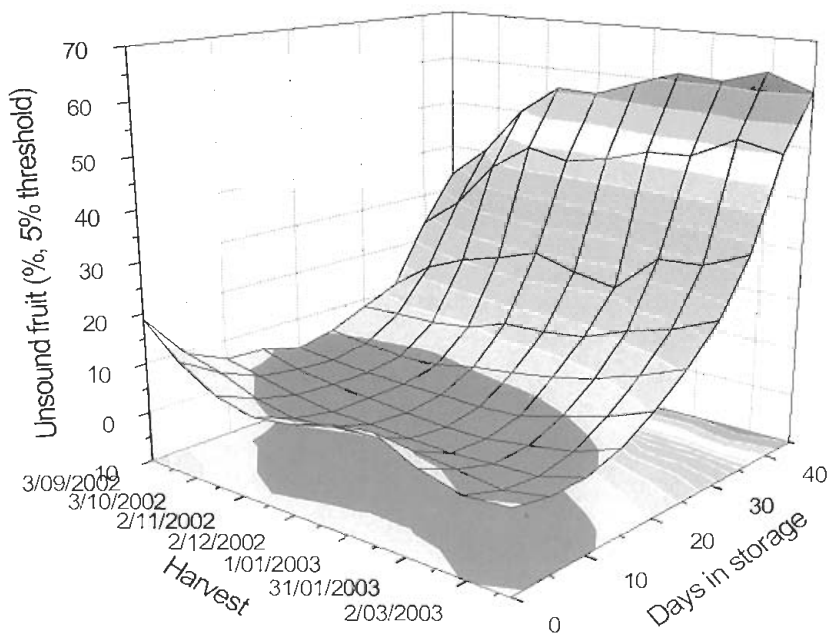


Figure 2 Surface plot of incidence of unsound fruit (using a 5% threshold of disorder severity) for fruit harvested over the New Zealand export harvest season and removed weekly from 4°C storage.

IMPACT OF RAINFALL PRIOR TO HARVEST ON RIPE FRUIT QUALITY OF 'HASS' AVOCADOS IN NEW ZEALAND

H.A. Pak¹, J. Dixon, D.B. Smith, T.A. Elmsly and J.G.M. Cutting

¹Avocado Industry Council Ltd, P.O. Box 16004, Bethlehem, Tauranga, New Zealand.

E-mail: HenryPak@nzavocado.co.nz

ABSTRACT

Three field trials (October 2002, December 2002 and February 2003) were conducted to determine the impact of different amounts of rain in the 24 hours preceding harvest on both susceptibility to handling damage and ripe fruit quality. In each trial a control sample of 200 fruit were harvested prior to the forecast rain event. Half of the fruit were picked directly into trays, while the remainder was jostled to simulate handling during the harvesting process. Further samples were then harvested after various periods of rain, and a final sample at least 24 hours after rain ceased. Fruit were coolstored for 28 days at 4-5°C, then ripened at 20°C and fruit quality assessed at eating ripeness. As little as 5mm of rain was sufficient to impact negatively on ripe fruit quality. Rain increased the susceptibility of fruit to handling damage, and facilitated the development of body rots. Jostling of fruit had a greater effect on development of stem end rots than on body rots. During prolonged periods of rain fruit quality may revert to that prevailing prior to the start of the rain event.

Key Words: handling damage, body rots, stem-end rots, lenticel

INTRODUCTION

In order to optimise export quality of New Zealand (NZ) avocados the Avocado Industry Council sets guidelines for harvest conditions, which include rainfall. The guidelines currently specify that fruit should not be harvested if more than 5mm of rain has fallen within the previous 24 hours, as this level of rainfall should be sufficient to increase fruit turgor. High fruit turgidity has been shown through *in vivo* experiments to increase the susceptibility of lenticels to handling damage (Everett *et al.*, 2001) that may lead to increased levels of postharvest rots. The level of rainfall required to impact on susceptibility to handling damage and ripe fruit quality under field conditions has not

been determined. Field experiments were conducted in the 2002/3 harvest season to determine the impact of different amounts of rain in the 24 hours preceding harvest on both susceptibility to handling damage and ripe fruit quality.

MATERIAL AND METHODS

Each trial was timed to coincide with a rain forecast that followed a 2-3 week dry period. There were 3 trials carried out in October 2002 (Trial A), December 2002 (Trial B) and February 2003 (Trial C). All fruit were harvested from a single orchard block in the Bay of Plenty region (37°S, 176°E), North Island of NZ. In each trial a control sample of 200 fruit were harvested prior to the forecast rain event. Half of these fruit were placed into trays and the remainder jostled in plastic bins using the method of Everett *et al* (2001) to simulate handling during the harvesting process. Further samples were then harvested after various periods of rainfall, recorded daily at 9.30 am, and a final sample at least 24 hours after it had ceased raining. Fruit were coolstored for 28 days at 4-5°C, then ripened at 20°C and fruit quality assessed at eating ripeness. Ripeness was determined by firmometer when the fruit reached a softness reading of 85 using a 300g weight or by hand feel after calibration to a firmometer. Fruit were assessed for disorders according to the Avocado Industry Council Fruit Assessment Manual (2001). Disorders were rated by assessing the percentage (scale 0 to 100) of the cut surface of the fruit or skin surface area that was affected by disorders. Green fruit were rated for peel damage (skin abrasions) and peel handling damage (diffuse grey patches spreading beyond individual nodules). Ripe fruit were cut longitudinally into quarters where the cut surface of ripe fruit was rated for stem end rot (discoloured flesh from the stem button down) and vascular browning. The under side of the peeled skin was rated for brown patches (body rot as circular brown coloured patches).

RESULTS AND DISCUSSION

Trial A

A light rainfall of 12mm in the 24 hours prior to harvest on the 17/10/02 increased both the incidence ($p<0.05$) and severity ($p<0.05$) of peel handling damage despite the minimal handling of the fruit (Table 1). After a further 24 hours even though there was no more rain, the incidence of unsound fruit increased in the control due to an increase in the incidence of body rots.

Jostling of fruit on the 11/10/02 prior to the rain event increased the incidence of unsound fruit relative to the control by 17%, mainly due to an increase in the incidence of body rots (Table 1). Although jostling significantly increased both incidence ($p<0.001$) and severity ($p<0.001$) of peel handling damage, jostling fruit either during or 24 hours after the rain event did not impact on ripe fruit quality. This may be related to the reduction in peel handling damage and severity.

Trial B

Jostling of fruit on 16/10/02 prior to the rain event increased the incidence and severity of peel handling damage and body rots relative to the control (Table 2). The proportion of unsound fruit increased by 27% as a result of jostling due to an increase in body rots. There was no effect of jostling on either stem-end rot incidence or severity.

In terms of rainfall, 5mm of rain falling in the 24 hours prior to harvest on 18/12/02 resulted in an increase in incidence and severity of both stem-end and body rots in jostled fruit as well as severity of peel handling damage (Table 2). The proportion of unsound fruit was increased more than 40%. However, a further 21mm rain in the following 24 hours resulted in an improvement in fruit

quality and decrease in the severity of peel handling damage, with a return to the incidence of unsound fruit prior to the rain on 17/12/02. After a further 24 hours of no rain fruit harvested on the 20/12/02 differed significantly from the fruit harvested prior to the initial rain event on 17/12/02 only in a higher incidence of body rots.

Trial C

This trial captured a prolonged rain period that was preceded by at least 4 weeks with no significant rainfall. The initial rain event of 10mm preceding harvest on 24/2/03 lead to a reduction in both incidence of stem end rots and unsound fruit relative to the control fruit harvested one month earlier under dry conditions (Table 3). While the interval between these two harvest dates is greater than desirable the observed reduction in stem end rot runs counter to an observed trend for incidence and severity of both stem-end rots and body rots to increase over this time of year (Pak, 2001).

Prolonged heavy rain had a limited impact on quality of the control fruit with no increase in the severity of brown patches or stem end rots, or in the incidence of unsound fruit or body rots, despite over 127 mm of rain falling over a two week period (Table 3). Quality of fruit harvested four days after the rain event on 7/3/2003 was better than that of fruit harvested on 22/1/2003 with a lower incidence of body rots and unsound fruit. Incidence and severity of peel handling damage followed a cyclic pattern with peaks on the 26/2/2003 and 3/3/2003.

Fruit that had been subjected to jostling also showed a cyclical pattern in peel handling damage. Low incidences and severities were observed for fruit harvested on the 27/2/2003 and 7/3/2003, which complemented the peaks observed in the control fruit (Table 3). The decreased incidence of unsound fruit on 27/2/2003 and 7/3/2003 is due to a decline in the incidence and severity of body rots. While body rots tended to reflect changes in peel handling damage, stem end rots were greatest in jostled fruit on 27/2/2003, when body rots were lowest.

Fruit harvested prior to rain on the 22/1/2003 and subjected to jostling had greater peel handling damage severity and incidence and a higher severity of body rots than the control (Table 3). Fruit harvested after the start of rain on the 24/2/2003 that were jostled had increased severity and incidence of stem end rots, body rots and peel handling damage with an increase of 27% unsound fruit. Continued rain prior to harvest on 26/2/2003 combined with jostling increased severity and incidence of body rots relative to the control, although there was no impact on stem end rots. Fruit harvested on the 27/2/2003 were less prone to deterioration of quality as a result of jostling, despite the continued rain, with no significant difference in incidence of body rots or unsound fruit relative to the control. The reduced impact of jostling on fruit harvested on the 27/2/2003 coincides with low levels of peel handling damage observed on this date. Ripe fruit quality was not significantly impacted by jostling 4 days after the end of the rain event on 7/3/2003. The combined results from Trial C suggest that harvesting fruit while wet increases susceptibility to handling damage and reduces ripe fruit quality but minimal handling of fruit limits the impact of prolonged rainfall on fruit quality.

The combined results of the trials indicate that rainfall in the 24 hour period prior to harvest can have a detrimental impact on ripe fruit quality. Rainfall within the first 24 hours of the commencement of a rain event appears to have the greatest impact on quality, since any negative effects appear to be ameliorated with continued rain. This may reflect the role of inoculum level in the development of opportunistic infections on fruit with increased susceptibility as a result of handling damage. Continued rainfall may deplete the reserve of inoculum available to infect fruit, hence the perceived improvement in quality. The base level of rots to which the fruit reverts following prolonged periods of rain or following a rain event may reflect the level of latent infections as opposed to opportunistic infections that occur at harvest.

Susceptibility of fruit to handling damage increases during a rain event, but the fruit recover within 24 to 72 hours. Rainfall sufficient to wet the soil makes fruit more susceptible to peel handling damage. This is probably the result of increased turgidity of cells beneath the lenticular cavity (Everett *et al*, 2001). The level of body rots that developed tended to reflect the susceptibility of fruit to peel handling damage, suggesting that peel handling damage may facilitate opportunistic infection.

CONCLUSIONS

As little as 5mm rain in the 24 hours preceding harvest is sufficient to negatively impact on ripe fruit quality. Susceptibility of fruit to handling damage increases during a rain event but fruit recover with 24 to 72 hours. Peel handling damage appears to facilitate the development of body rots with jostling influence body rots development to a greater extent than stem end rots. Rainfall over a 48 hour period or longer may ameliorate the negative effects of shorter rainfall events, possibly by depleting the level of inoculum available for fruit infection.

REFERENCES

- EVERETT KR, HALLETT IC, YEARSLEY C, LALLU N, REES-GEORGE J, AND PAK HA 2001. Morphological changes in lenticel structure resulting from imbibition and susceptibility to handling damage. New Zealand Avocado Growers Association Annual Research Report 1: 47-53.
- PAK, HA 2001. Pattern of disease development in late season fruit. New Zealand Avocado Growers Association Annual Research Report 1: 54-57.

Table 1. Trial A: Effect of harvest date, rainfall (mm) in the 24 hours prior to harvest and handling treatment on severity and incidence of stem-end rots (SER), brown patches (BP), peel handling damage (PHD) and incidence of unsound fruit (incidence of ripe fruit with any disorders exceeding 5%). ANOVA table for effect of date and of handling treatment (control vs jostled) by date.

Date	Rain	Handling	Severity			Incidence			
			SER	BP	PHD	SER	BP	PHD	Unsound
11/10/02	0	Control	0	0.10	0.14 a	0	2 a	12 a	2 a
17/10/02	12	Control	0.02	0.12	0.48 b	2	8 a,b	29 b	9 a,b
18/10/02	0	Control	0.04	0.19	0.29 a,b	4	13 b	22 a,b	16 b
ANOVA		Date	ns	ns	p=0.003	ns	p=0.014	p=0.012	p=0.002
11/10/02	0	Jostled	0.01	0.29	4.12 a	1	14	99 a	19
17/10/02	12	Jostled	0.03	0.18	2.48 b	3	11	88 a,b	14
18/10/02	0	Jostled	0.11	0.31	2.84 b	6	18	71 b	24
ANOVA		Date	ns	ns	p=0.002	ns	ns	***	ns
ANOVA		handling*date							
		11/10/02	ns	ns	***	ns	p=0.002	***	***
		17/10/02	ns	ns	***	ns	ns	***	ns
		18/10/02	ns	ns	***	ns	ns	***	ns

*** p<0.001, ns not significant. Values within the same section of column (jostled/control) with the same letter are not significant at p=0.05 according to the Tukeys' HSD test.

Table 2. Trial B: Effect of harvest date, rainfall (mm) in the 24 hours prior to harvest and handling treatment on severity and incidence of stem-end rots (SER), brown patches (BP), peel handling damage (PHD) and incidence of unsound fruit (incidence of ripe fruit with any disorders exceeding 5%). ANOVA table for effect of date and of handling treatment (control vs jostled) by date.

Date	Rainfall	Handling	Severity			Incidence			
			SER	BP	PHD	SER	BP	PHD	Unsound
16/12/02	0	Control	0.03	0.07	0.1	2	15	2	16
16/12/02	0	Jostled	0.09 a	1.32 a	3.0 a	5 a	42 a	94	43 a
18/12/02	5	Jostled	1.15 b	3.07 b	4.9 b	38 b	79 b	99	86 c
19/10/02	21	Jostled	0.20 a	0.78 a	3.2 a	7 a	43 a	96	47 a,b
20/12/02	0	Jostled	0.20 a	1.73 a	3.3 a	8 a	56 a	99	61 b
ANOVA		Date	***	***	***	***	***	ns	***
ANOVA		Handling by date							
		16/12/02	ns	***	***	ns	***	***	***

*** p<0.001, ns not significant. Values within the same section of column (jostled/control) with the same letter are not significant at p=0.05 according to the Tukeys' HSD test.

Table 3. Trial C: Effect of harvest date, rainfall (mm) in the 24 hours prior to harvest and handling treatment on severity and incidence of stem-end rots (SER), brown patches (BP), peel handling damage (PHD) and incidence of unsound fruit (incidence of ripe fruit with any disorders exceeding 5%). ANOVA table for effect of date and of handling treatment (control vs jostled) by date.

Date	Rain	Handling	Severity			Incidence			
			SER	BP	PHD	SER	BP	PHD	Unsound
22/1/03	0	Control	0.25 a,b	2.0 a	0 a	14 a	56 a	0 a	60 a
24/02/03	10	Control	0 a	1.0 a,b	0 a	0 b	42 a,b	0 a	42 b
26/02/03	17.5	Control	0.24 a,b	1.2 a,b	0.2 b	12 a	50 a,b	17 b	54 a,b
27/02/03	23	Control	0.31 b	0.3 b	0 a	13 a	34 b	0 a	43 b
3/03/03	77	Control	0.14 a,b	1.5 a,b	0.2 b	8 a,b	46 a,b	13 b	47 a,b
7/03/03	0	Control	0.10 a,b	1.4 a,b	0 a	5 a,b	37 b	2 a	38 b
ANOVA		Date	p=0.04	p=0.005	***	p=0.002	p=0.018	***	p=0.018
22/1/03	0	Jostled	0.31 a,b	4.6 a	3.6 a	11 a	64 a	98 a	66 a
24/02/03	10	Jostled	0.10 b	2.3 b	4.7 a,b	6 a	78 a,b	100 a	79 a,b
26/02/03	17.5	Jostled	0.20 a,b	3.2 a,b	5.1 b	10 a	83 b	99 a	84 b
27/02/03	23	Jostled	0.50 a	0.5 c	1.4 c	24 b	38 c	61 b	48 c
3/03/03	77	Jostled	0.28 a,b	3.5 a,b	3.5 a	14 a,b	66 a	93 a	68 a
7/03/03	0	Jostled	0.05 b	0.6 c	1.1 c	3 a	40 c	66 b	43 c
ANOVA		Date	p=0.002	***	***	***	***	***	***
ANOVA		handling by date							
		22/1/03	ns	p=0.004	***	ns	ns	***	ns
		24/02/03	p=0.017	***	***	p=0.013	***	***	***
		26/02/03	ns	***	***	ns	***	***	***
		27/02/03	ns	p=0.024	***	p=0.045	ns	***	ns
		3/03/03	ns	p=0.002	***	ns	p=0.004	***	p=0.003
		7/03/03	ns	ns	***	ns	ns	***	ns

*** p<0.001, ns not significant. Values within the same section of column (jostled/control) with the same letter are not significant at p=0.05 according to the Tukeys' HSD test.

INFLUENCE OF EARLY SEASON MATURITY ON FRUIT QUALITY IN NEW ZEALAND 'HASS' AVOCADOS

H.A. Pak¹, J. Dixon and J.G.M. Cutting

¹Avocado Industry Council Ltd, P.O. Box 16004, Bethlehem, Tauranga, New Zealand.

E-mail: HenryPak@nzavocado.co.nz

ABSTRACT

Studies on early season maturity over the past three years (2000-2002) have focussed on 1) determining regional rates of dry matter (DM) accumulation early season 2) influence of fruit size on DM content and 3) investigating the relationship between DM content and fruit quality. Regional patterns of DM accumulation have been followed on monitor orchards in three of New Zealand's (NZ) production areas Far North, Northland and Bay of Plenty for the past 3 seasons. Samples of 20 fruit were drawn at 2 weekly intervals from several monitor orchards in each region for a period of 2-5 months at the start of each export season. Fruit weight and DM were determined for each individual fruit in a 20-fruit maturity sample. DM increased in a linear fashion within each region for a given season and the rate of increase ranged from 0.06 to 0.11% DM per day. Regional differences in rates of DM accumulation were not consistent on a seasonal basis. No significant relationship was observed between DM content and fruit size (weight) in any region for the 2000 and 2001 seasons, with weak relationships observed in the 2002 season. Significant relationships were observed between DM content and several aspects of fruit quality in each season, notably checker boarding, vascular stringiness and rot incidence, all of which decreased as fruit maturity increased. Minimum DM content within the maturity sample was a better indicator of fruit quality than the sample average.

Key Words: dry matter, maturity standard, body rots, stem end rots

INTRODUCTION

Immature avocado fruit are prone to a range of quality disorders, which may be exacerbated by periods of extended cool-storage. The NZ industry is faced with the issue of managing the export maturity standard to minimise maturity related quality problems in early season (August) exports to the USA while obtaining as early a market presence as possible. The current industry maturity stan-

standard for 'Hass' avocados is an average DM of 24% with a constraint on variability within a 20 fruit sample (18 fruit must exceed 20.8% DM). In order to critically evaluate this standard, studies on early season maturity over the past three years (2000-2002) have focussed on 1) determining regional rates of DM accumulation early season, 2) influence of fruit size on DM content and 3) investigating the relationship between DM content and fruit quality.

MATERIALS AND METHODS

In 2000 170 fruit were sampled at random from three orchards in the Far North (35°S, 173°E) on the 8/8/2000 and two orchards in Northland (35°41'S, 174°18'E) on the 3/8/2000. In 2001 samples of 120 fruit were harvested from two orchards each in the Far North on the 9/7, 29/7, 12/8, 27/8 and 14/8/2001 and in Northland on the 12/7, 23/7, 8/8, 3/9, and 1/10/2001. In 2002 20-fruit samples were harvested from five orchards in Northland and four orchards each in the Far North and the Bay of Plenty on the 3/5, 15/5, 4/6, 17/6, 1/7, 15/7, 6/8 and 2/9/2002.

In 2000 fruit were placed into cool-storage at 5-7°C for either 3 (50 fruit per orchard) or 6 weeks (100 fruit per orchard). Fruit were ripened at ambient temperatures after removal from cool-storage. In 2001 100 fruit per orchard were stored at 5-7°C for 4 weeks. In 2002 300 fruit per orchard from 4 orchards in the Bay of Plenty (37°S, 176°E) were held at 4-5°C for either 2, 4 or 6 weeks. In 2001 and 2002 fruit were ripened at 20°C after removal from storage.

Each year, DM content for each orchard and harvest was determined on a 20-fruit sample by drying 20g of flesh peelings from the inside face of one quarter of the fruit, after the skin and stone had been removed, to a constant weight (60°C for 24 hours). After removal from storage, fruit were assessed for checker boarding and when eating ripe for internal disorders according to the Avocado Industry Council Fruit Assessment Manual Version 1 (2000) and Version 2 (2001). Eating ripe, a softness reading of 85+, was determined by firmometer using a 300g weight or by hand-feel after calibration to a firmometer. Trays of green fruit were rated for checker boarding on a scale of 1-10 using the ratio of green to coloured fruit. For example, a rating of 1 was 100% of fruit green, a rating of 5 was 75% green: 25% coloured, a rating of 10 was 50% green: 50% coloured. Disorders were rated by assessing the percentage (scale 0 to 100) of the cut surface of the fruit or skin surface area that was affected by disorders. The cut surface of ripe fruit was rated for stem end rot (discoloured flesh from the stem button down), the underside of the peeled skin was rated for brown patches (body rot as circular brown coloured patches) and the flesh for vascular strands (incomplete breakdown of vascular tissue). Results were analysed using weighted regression analysis and analysis of variance in MINITAB release 13.31.

RESULTS AND DISCUSSION

Influence of DM on fruit quality

As fruit DM increased in both 2000 and 2001, fruit ripening was more even within trays as indicated by the checkerboard rating of fruit 48 hours after removal of fruit from coolstorage (Fig. 1A). In 2002 incidence of vascular strands was related to the minimum DM content for the 20-fruit sample (Fig 1B). In 2001 a declining exponential relationship ($r^2 = 0.65$, $p < 0.001$) was observed between incidence of body rots and minimum DM content recorded of the 20-fruit sample (Fig. 1C). In 2002 the incidence of stem-end rots decreased as the minimum DM content of a 20-fruit sample increased (Fig 1D).

In these studies minimum DM was a better predictor of fruit quality than either average DM or sampling date. A minimum DM content greater than 21% in a 20-fruit sample was consistently asso-

ciated with a low incidence of maturity related disorders in fruit evaluated over three years. Incorporating a constraint on DM variability in the NZ maturity standard that requires 18 fruit out of 20 fruit to exceed 20.8% DM ensures that fruit samples that meet the maturity standard will also have a low incidence of disorders.

Pattern of DM accumulation

Dry matter accumulated at a constant rate, as shown by the significant fits obtained using linear regressions (Table 1, Figure 1). Many orchards had a 2-4 week period where DM changed little that coincided with inflorescence development. This slowdown in DM accumulation may reflect the differences in competitive sink strength for carbohydrate of inflorescences and developing fruitlets compared to fruit approaching harvest maturity.

Historically, the Far North region has been considered to have the earliest maturity in NZ. However, monitoring of DM (Figure 2) shows there is no consistency as to the time within a season when a region reaches an average 24% DM. For a given season one region could be early relative to previous seasons while another may be late maturing. This contrasts with the situation in California whereby the date at which maturity was reached as determined by taste was not significantly different from year to year within a location although there was variation between production areas (Lee et al, 1983). Ranney (1991) found that there were no significant differences between years in rates of DM accumulation for each variety, including Hass. Regression was used to determine rates of DM accumulation, with the rates for Hass in California (0.057 to 0.080 %DM per day) being very comparable to this study (Table 1). Ranney (1991) also observed that seasons could be early or late regardless of the actual rate of dry matter accumulation.

Dry matter and fruit size

In 2002 there was a weak correlation between fruit size, as determined by fresh weight, and DM content. Fruit tested from the Far North had the highest correlation coefficient ($r^2=0.23$, $p<0.001$) and the fruit from the Bay of Plenty the lowest ($r^2=0.10$, $p<0.001$), with fruit from Northland intermediate ($r^2=0.17$, $p<0.001$). This contrasts with fruit tested in 2000 and 2001 where no significant relationship between fruit size and DM content was observed in any of the regions (Pak and Dawes, 2001). A lack of relationship between fruit size and DM is in contrast to the results of studies conducted in Australia (Hofman and Jobin-Decor, 1991). The reason why avocados in NZ do not accumulate DM in relation to fruit size is not known.

CONCLUSION

Dry matter accumulation in NZ avocados from July to September increases in a linear pattern that is consistent over several seasons. However, there are considerable season to season differences in initial DM levels and subsequent rates of DM accumulation. Variations in the linear pattern occur in some regions in some seasons. Fruit with DM content greater than 24% ripened more evenly, had fewer vascular strands and a lower incidence of rots. The New Zealand maturity standard of average 24% DM appears to ensure early season fruit are of consistent quality in each season.

REFERENCES

- DIXON, J 2000 Fruit Assessment Manual 2000. Version 1. Avocado Industry Council Ltd
- DIXON, J 2001 Fruit Assessment Manual 2001. Version 2. Avocado Industry Council Ltd
- HOFMAN, PJ AND JOBIN-DECOR, M 1999. Effect of fruit sampling and handling procedures on the percentage dry matter, fruit mass, ripening and skin colour of 'Hass' avocado. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74: 277-282
- LEE, SK, YOUNG, RE, SCHIFFMAN, PM AND COGGINS JNR, CW 1983. Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. *Journal of American Society of Horticultural Science* 108:390-394
- PAK, HA AND DAWES, HM 2001. Monitoring rates of early season dry matter accumulation. *New Zealand Avocado Growers Association Annual Research Report* 1: 60-62
- RANNEY, C 1991. Relationship between physiological maturity and percent dry matter of avocados. *California Avocado Society 1991 Yearbook* 75: 71-85

Table 1. Regional rates of DM accumulation by season with results of regression analysis including goodness of fit (R^2 and probability values).

Season	Region	Equation	r^2	p value
2000	Far North	$y = 22.21 + 0.080x$	0.98	< 0.01
	Bay of Plenty	$y = 19.08 + 0.105x$	0.99	0.07
2001	Far North	$y = 20.87 + 0.063x$	0.97	<0.001
	Northland	$y = 21.94 + 0.061x$	0.95	<0.001
	Bay of Plenty	$y = 21.05 + 0.070x$	0.96	<0.001
2002	Far North	$y = 19.13 + 0.061x$	0.97	<0.001
	Northland	$y = 16.95 + 0.078x$	0.99	<0.001
	Bay of Plenty	$y = 17.91 + 0.073x$	0.99	<0.001

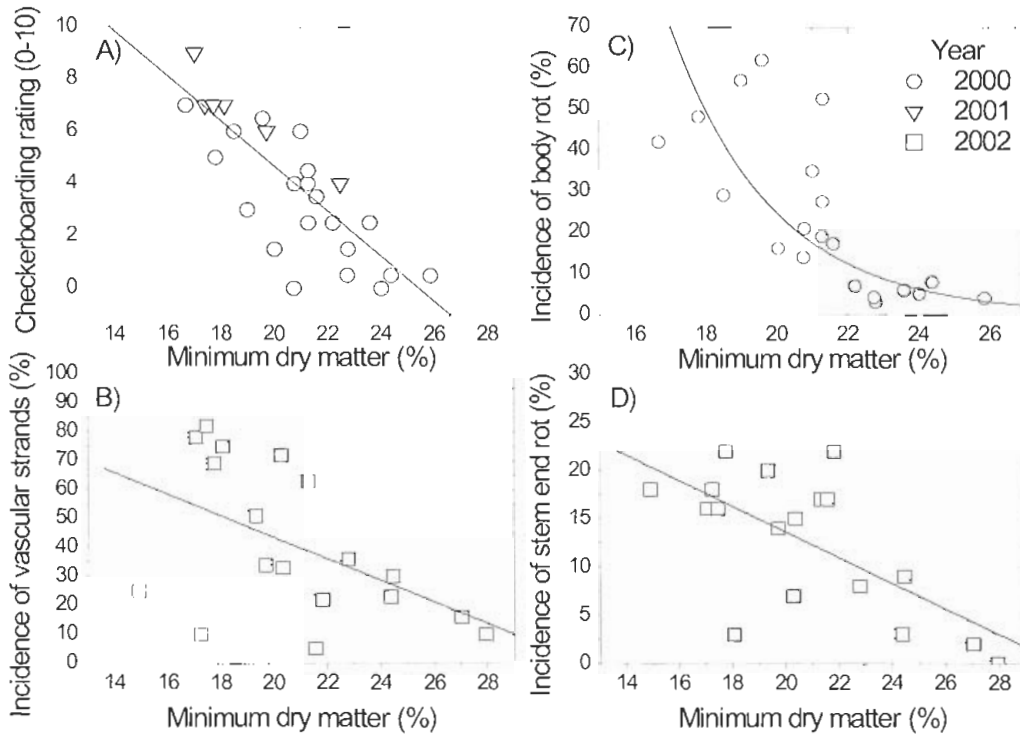


Figure 1.

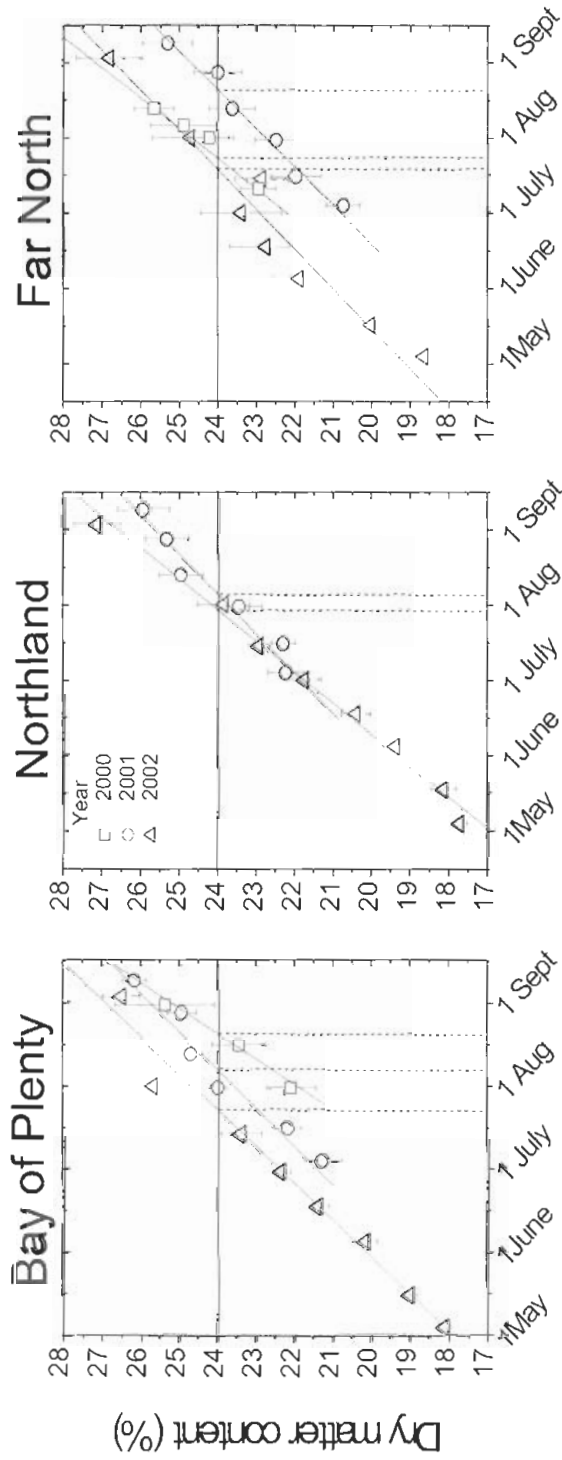
A) Evenness of ripening as measured by checker board rating in relation to minimum dry matter content recorded in a 20-fruit maturity sample. Combined data from the 2000-2001 and 2001-2002 seasons ($y = 21.9 - 0.86 \cdot x$, $r^2 = 0.66$, $p < 0.001$).

B) Relationship between vascular strand incidence (%) and minimum dry matter content recorded on a 20-fruit maturity sample ($y = 117.7 - 3.71 \cdot x$, $r^2 = 0.225$, $p < 0.05$).

C) Relationship between body rot incidence (%) and minimum dry matter content recorded in a 20-fruit maturity sample ($y = 25658 \cdot \exp(-0.3469 \cdot x)$, $r^2 = 0.65$, $p < 0.001$).

D) Relationship between stem end rot incidence (%) and minimum dry matter content recorded in a 20-fruit maturity sample ($y = 40.17 - 1.33 \cdot x$, $r^2 = 0.43$, $p < 0.001$).

Figure 2. Patterns of dry matter accumulation in each of three regions of the North Island of New Zealand. Each point represents the mean of 5, 20-fruit samples. Lines are fitted lines from the linear regressions (Table 1). Dashed lines indicate the time that average dry matter reached 24%. Vertical bars represent the standard error of the mean of 5 20-fruit samples.



DEVELOPMENT OF FRUIT MATURITY AND MINERAL CONTENT NORMS FOR EXPORT AVOCADO CULTIVARS FROM DIFFERENT SOUTH AFRICAN AVOCADO GROWING REGIONS

B Snijder, J M Mathumbu & F J Kruger

ARC-Institute for Tropical and Subtropical Crops. Private Bag X11208, NELSPRUIT 1200. South Africa. Tel: (013) 753 7000. Fax: (013) 752 3854. Email: bram@itsc.agric.za

ABSTRACT

The aim of this study is to establish appropriate harvest maturity and fruit mineral content norms for Fuerte, Hass, Edranol, Pinkerton and Ryan grown in the Limpopo, Mpumalanga and KwaZulu Natal production regions of South Africa. During the 2001/2002 season, fruit were sampled on a regular basis from farms in the Barberton, Eshowe, Hazyview, Levubu, Melmoth, Nelspruit, Richmond and Tzaneen districts. Measurements taken included fruit growth, moisture content and mineral composition. The intention is to use this information to formulate a quality assurance plan for all cultivars similar to that developed for Pinkerton during the last number of seasons. Thus far, provisional reference points for fruit moisture and nitrogen content have been formulated for Fuerte and Hass in the Nelspruit, Kiepersol and Tzaneen growing areas. However, intensive storage trials are required before refined recommendations can be made for high and low risk orchards during both 'on' and 'off' years. The study is continuing.

Key Words: Avocado, storage, maturity, mineral content, Fuerte, Hass, Edranol, Pinkerton, Ryan, South Africa

INTRODUCTION

Since 1998, the ARC-ITSC has been involved in resolving the so-called 'Pinkerton problem' which included both physiological (mainly greypulp and black cold injury) as well as pathological (mainly anthracnose and stem-end-rot) components (Kruger *et al.*, 2000, Kruger *et al.*, 2001, Snijder *et al.*, 2002).

The Pinkerton growing areas were subdivided into high risk and low risk areas and the storage potential of the fruit was determined during the lower risk 'on seasons' as well as the higher risk 'off seasons'. Specific recommendations were made regarding harvest maturity, fruit nitrogen content, fruit calcium content, the role of tree age, the role of flowering period, the influence of fruit load, the effect of storage temperature, the effect of controlled atmosphere storage and the potential use of 1-MCP.

Commercial feedback received during the past two seasons indicate the recommendations to have had a positive influence, as considerably better Pinkerton arrivals were generally recorded (Nelson *et al.*, 2002).

During the last number of seasons, it became clear that quality problems similar to those encountered with Pinkerton, occur in the other export cultivars (Nelson *et al.*, 2002). For this reason, the research project was expanded during the 2001/2002 season so as to include the other cultivars. The research area was also extended to include all the major production regions.

MATERIAL AND METHODS

Before the season started, a sampling timetable was prepared for the Levubu, Tzaneen, Kiepersol, Nelspruit, Northern KwazuluNatal and Southern KwazuluNatal production regions. Fuerte, Hass, Edranol, Pinkerton and Ryan fruit were sampled 6 times from November 2001 until the end of the 2002 season. In total, 170 orchards, located on 26 farms were sampled.

The moisture content of samples, consisting of 10-15 fruit each, was first determined, after which the N, K, Ca, Mg, Zn and B content of the pulp was measured. A total of 22 000 fruit was evaluated in this way.

In addition to the above, 8 000 fruit from the Levubu, Tzaneen, Kiepersol and Nelspruit areas were harvested at 3 moisture content stages and stored under export simulation conditions. After storage, the fruit were left to ripen at room temperature and evaluated for external and internal disorders.

The data was stored in a database and it is presently being processed. The results hereunder are therefore preliminary and will be updated as the database is further processed.

RESULTS AND DISCUSSION

Our standing maturity recommendation for Pinkerton is that the fruit must be harvested between 80 and 73% moisture levels in low risk areas during an 'on season'. During an 'off season', the lower limit for low risk areas moves up to 75%. The same percentage applies to high risk fruit during an 'on season' while the cut off point for high risk fruit exported during an 'off season' moves up to 77%. As far as fruit nitrogen content is concerned, our original recommendation for Pinkerton was that the N content of the fruit must be under 1% by March. This date was subsequently advanced to January (Snijder *et al.*, 2002).

The above recommendations were formulated based on work conducted mainly in the Kiepersol, Nelspruit and Barberton areas. Our original classification of high risk orchards in the Kiepersol area were those planted in old banana lands with a high organic nitrogen content. Low risk orchards were considered to be those planted in the sandy soils in the Nelspruit and Barberton areas. As far as the Tzaneen area is concerned, the present study showed high risk orchards to be those that received copious amounts of **organic** fertilizer, especially with a chicken litter base. This practice was not only found to increase the nitrogen content of fruit, but the fruit were found to have a steeper growth curve and were generally bigger.

Our preliminary observations in the Kiepersol, Nelspruit, Barberton and Tzaneen areas indicate the appropriate maturity span for Fuerte to be fairly similar to that developed for Pinkerton. We therefore make the provisional recommendation that, in these areas, the parameters developed for Pinkerton be applied to Fuerte. As an interim measure, it is recommended that in the case of Hass, both the upper and lower cut off points developed for Pinkerton, be lowered by 2%. 80-77% therefore becomes 78-75%, 80-75% becomes 78-73% and 80-73 becomes 78-71%.

In addition to the above cut off points, we further recommend that a maturation rate norm be introduced for Fuerte, Hass and Pinkerton. During the present study, we found faster maturing orchards to have significantly poorer storage potential than fruit from slower maturing orchards. Our preliminary recommendation is that the fruit should not lose more than 1 % moisture every 10 days.

As far as fruit nitrogen content is concerned, we firstly recommend that the 'at/below 1% by January' parameter developed for Pinkerton be retained for Fuerte and Hass produced in the Nelspruit, Barberton, Kiepersol and Tzaneen areas. It is further important that the rate of decrease be uniform with no intermittent rises in fruit nitrogen content occurring. The present study however, indicated that an additional parameter is required for the beginning of the season. Based on the results, it is recommended that the fruit nitrogen content of Fuerte, Hass and Pinkerton produced in the Tzaneen, Kiepersol, and Nelspruit areas not exceed 1.7% during November.

Some interesting observations were made in the Levubu and KwazuluNatal production areas. Greypulp was found to be less of a problem in the Levubu area when compared to Tzaneen, Kiepersol and Nelspruit. Although Fuerte and Hass fruit were found to grow at the same rate at the beginning of the season, the fruit growth rate was found to slow down earlier in Levubu, resulting in smaller fruit. The fruit nitrogen dilution rate was therefore also slower. It would seem that, in so far as greypulp is concerned, the maturity and nitrogen parameters may be slightly relaxed for Hass in this area. However, further research is required to establish whether this is also true in so far as black cold injury is concerned.

KwazuluNatal fruit had the characteristically slow maturation rate found to be beneficial to fruit quality. On the other hand, when compared to maturation rate, the fruit nitrogen reduction rate was found to be slower than in the other areas. No fruit from KwazuluNatal has been stored under export simulation conditions as yet and comprehensive storage trials will be conducted during the coming season.

Although we have previously placed considerable emphasis on fruit calcium levels, our more recent research results suggests nitrogen to be the most important quality determining element that requires intensive management. Our present recommendation with regard to calcium is that producers should ensure that soil conditions, including pH, is conducive for the uptake of calcium. With regard to the other minerals (potassium, magnesium, zinc and boron), our preliminary recommendation is that producers should ensure that their orchards are within the present leaf and soil norms for these elements.

In addition to maturity and nitrogen content, important recommendations were made for Pinkerton growers regarding fruit set period and tree age. As the fruit set periods of the other cultivars are not as extended as that of Pinkerton, this aspect was not addressed in the present study. In terms of tree age, our recommendation is that Pinkerton exports should only commence after the trees have reached the age of 5 years. In the case of Hass, it would appear that fruit from younger orchards are exportable, provided they fall within the correct maturity and nitrogen ranges.

Last year, some pertinent suggestions were made regarding the development of a strategy aimed at reducing the incidence of black cold injury (Kruger *et al.*, 2002). These included both preharvest and postharvest aspects. During the last season, certain of the observations, e.g. the negative effect of shading (by windbreaks) and the neutral effect of relative humidity (in cold rooms) were

confirmed by industry members. An epidemiological survey was further conducted using export simulation data obtained from Westfalia Estates.

Through the years, a set of maturity related storage temperature regimes were developed by the South African Avocado Growers' Association (SAAGA). When the use of CA became regular practice, exporters increased the storage temperature by approximately half a degree in an attempt to reduce the incidence of black cold injury. Our results and those generated during commercial simulations, indicate that storage at these temperature regimes, should result in minimal black cold injury during 'on years'. However, during 'off years', this is not the case. This is mainly due to pre-harvest factors. The most important interim recommendation we can presently make, is that the above fruit nitrogen content norms be closely adhered to during an off year.

In so far as pathology is concerned. Although the above maturity and nitrogen recommendations were developed to reduce physiological disorders, they also have an impact on fruit pathology. As a result of the drastic reduction in physiological disorders, pathological disorders have become much more conspicuous in the Pinkerton cultivar during the last season. Two aspects require urgent attention. The first relates to storage temperature. Although the use of CA/1-MCP may permit this, it is not recommended that the storage temperature be increased more than 1.5°C above the RA based SAAGA storage regime. The risk of fungal infection developing during prolonged storage at higher storage temperatures is simply too big.

A second aspect that requires urgent attention, involves the export of hail damaged fruit. In certain cases, hail damage is not visible on the skin of fruit at the time of harvest. However, the fruit sustain damage to the pulp and fungal infections start to develop in these areas upon ripening. In the past, reports on this problem were sketchy due to the problem only manifesting by the time the fruit is consumed. However, the increase in forced ripening programs brought this problem to the fore, not only with Pinkerton, but also with the other cultivars. It is therefore recommended that no fruit from hail damaged orchards be exported, even if no external lesions are visible.

This study is to continue during the coming season. Less frequent mineral content analyses will be conducted but the storage trial component will be considerably expanded. Proper attention will also be given to the Edranol and Ryan cultivars.

CONCLUSIONS

The development of a quality management system for Pinkerton grown in problematic production regions, has considerably contributed towards improving the storage potential of this cultivar. Extension of the project to include the other cultivars and production regions, is certainly to pay off during coming seasons.

REFERENCES

- KRUGER, F.J., KRITZINGER, M. & MALUMANE, R., 2000. Recommendations for controlling the post harvest problems of the Pinkerton cultivar. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 23, 8-14.
- KRUGER, F.J., DU PLESSIS, M.H., KRITZINGER, M. MALUMANE, R., PENTER, M. SNIJDER, B. & CLAASSENS, N. 2001. Updating Pinkerton export parameters and evaluation of new and upgraded avocado postharvest applications. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 24: 49-51.
- KRUGER, F.J., LEMMER, D., SNIJDER, B. & PENTER, M. 2002. Development of a strategy for the prevention of black cold injury in South African export avocados. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 25: 20-23.
- NELSON R.M., BEZUIDENHOUT, J.J., & DONKIN, D.J., 2002. Factors influencing export fruit quality: 2001 season. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 25,54-62.
- SNIJDER, B., PENTER, M.G., MATHUMBU, J.M., & KRUGER, F.J., 2002. Further refinement of 'Pinkerton' export parameters. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*. 25,50-53.

NEW ZEALAND AVOCADO FRUIT QUALITY: THE IMPACT OF STORAGE TEMPERATURE AND MATURITY

J. Dixon¹, H.A. Pak, D.B. Smith, T.A. Elmsly and J.G.M. Cutting

¹Avocado Industry Council Ltd, P.O. Box 16004, Bethlehem, Tauranga, New Zealand.

E-mail: jonathandixon@nzavocado.co.nz.

SUMMARY

New Zealand (NZ) 'Hass' avocados are exported from August to March. Little is known about the effect of maturity on NZ avocado fruit quality and sensitivity to chilling injury. We report on two trials, avocados were harvested early, mid and late season and stored either at temperatures ranging from 2°C to 7.5°C for 28 days or at 4°C for different storage durations with fruit removed every seven days for up to 42 days. The maturity of the fruit affected the incidence and severity of rots and chilling injury with mid season fruit were the least sensitive to chilling injury and generally had the lowest levels of rots. Late season high maturity fruit had the greatest levels of rots and chilling injury. It is suggested that for optimum quality NZ 'Hass' avocados should be stored at temperatures and durations appropriate to fruit maturity.

Key Words: time to ripen, body rot, stem end rot, chilling injury

INTRODUCTION

The NZ avocado industry is based on exporting fresh 'Hass' avocados (*Persea americana* Mill) over long distances to Australia and the USA. To achieve good quality outturns the post-harvest handling procedures must include effective temperature management through the post-harvest handling chain. Avocados in NZ are harvested for export for 8 months from late August (late winter) until early March (late autumn). The impact of increasing fruit maturity on the response of avocado fruit to storage temperature has not been fully defined for NZ 'Hass' avocados. Hopkirk *et al* (1994) recommended for NZ 'Hass' avocados is storage at 4 to 6°C for up to 4 weeks for optimal quality while fruit maintained at 0 or 2°C develop chilling injury symptoms and a high incidence of rots after 2 weeks storage. Research in South Africa has suggested that the sensitivity of avocado fruit to

chilling injury changes as the harvest season progresses (Toerien, 1986). However, the influence of maturity on chilling sensitivity characteristics of NZ 'Hass' avocados is not known. Storage temperature and duration of storage affects ripening time, the duration of which may influence the incidence and severity of rots (Hopkirk *et al*, 1994). The studies reported in this paper aim to define the chilling injury response of NZ Hass avocado fruit to temperature and time in storage and to characterise the response of fruit quality parameters to temperature during the NZ avocado export harvest season.

MATERIALS AND METHODS

There were two trials: the effect of storage temperature on fruit quality and the effect of fruit age and maturity on fruit quality. Avocado fruit (cv. 'Hass') were harvested from three commercial orchards in the Bay of Plenty region (37°S, 176°E), North Island of NZ. There were three harvests from each orchard for the storage temperature trial (harvest 1: 2-5/9/2002, harvest 2: 29/10-1/11/2002, harvest 3: 10-14/2/2003) and three harvests (fruit age harvest 1: 4/9/2002, fruit age harvest 2: 31/10/2002, fruit age harvest 3: 7/1/2003) for the fruit age and maturity trial. In the storage temperature trial fruit were transported to the laboratory within 4 h of harvest and placed at 2°C, 3°C, 4°C, 5°C or 7.5°C, 85% RH. A total of 100 fruit per orchard per harvest were stored for 28 days before removal to 20°C for ripening. In the fruit age trial fruit were placed into a commercial cool store at 4°C where a sample of 100 fruit per orchard per harvest was removed from storage every seven days to 20°C for ripening. In each trial a non-stored control sample of 100 fruit per orchard per harvest was ripened at 20°C, 60% RH, immediately after harvest. A 20 fruit sample from each harvest from each orchard was assessed for percentage dry matter by drying flesh peelings from the inside face of one quarter after the seed, seed coat and skin were removed.

After removal from storage fruit were inspected for external disorders and once eating ripe were assessed for internal disorders. Ripeness was determined by firmometer when the fruit reached a softness reading of 85 using a 300g weight or by hand feel after calibration to a firmometer. Fruit were assessed for disorders according to the Avocado Industry Council Fruit Assessment Manual (2001). Disorders were rated by assessing the percentage (scale 0 to 100) of the cut surface of the fruit or skin surface area that was affected by disorders. Green fruit were rated for discrete patches (brown to black sunken lesions with sharp discrete edges). The cut surface of ripe fruit was rated for stem end rot (discoloured flesh from the stem button down) and diffuse flesh discoloration (greying of the flesh with indistinct edges). The under side of the peeled skin was rated for brown patches (body rot as circular brown coloured patches).

Each trial was analysed as a repeated measures trial with harvests nested within orchards. Binary logistic regression analysis (MINITAB) was used to determine differences in incidences.

RESULTS AND DISCUSSION

Non-stored fruit

Fruit dry matter increased with each harvest from an average of 24.2% in September, to 34.3% in February. The time to ripen decreased ($p < 0.001$) with each harvest and increasing dry matter (Table 1). The average incidence of stem end rot tended to decrease with each harvest but was not significantly different between orchards (Table 1). By contrast the average incidence of body rots was lowest for the early harvest. Average severity of stem end rot was low across all harvests while the severity of body rots was lowest in the early harvest. Overall quality of the ripe fruit was good with greater than 90% of ripe fruit having disorders with less than 5% severity.

Cool-stored fruit

As in non-stored fruit the average incidence and severity of stem end rot tended to decrease with harvest ($p < 0.001$) and temperature ($p < 0.001$) while the average incidence and severity of body rot tended to increase with temperature ($p < 0.001$) and harvest ($p < 0.001$, Table 2). Time to ripen decreased with increasing temperature ($p < 0.001$) and harvest ($p < 0.001$, Table 2). Overall, quality of ripe fruit was good with the incidence of sound fruit changing with harvest. The best quality fruit were in harvest 2 with the earlier and later harvests having poorer quality in agreement with Cutting and Wolstenholme (1992). This suggests there may be a maturity where fruit quality is optimum when fruit are stored for 28 days. The incidence of sound fruit was similar for harvests 1 and 2 at temperatures of 5 to 7.5°C and but was lower at 2°C for harvest 3 fruit. The difference in behaviour of stem end and body rots as the season progressed may be related to a differential effect of temperature and duration of storage on spore survival and fungal growth rates. Storage at temperatures between 4 to 10°C has been shown to kill spores of avocado rot fungi but latent infections were unaffected (Everett, 1998 unpublished results).

Chilling injury

The incidence and severity of discrete patches on avocado skin depended on the storage temperature, duration of storage and fruit maturity (Figures 1 and 2). The fruit harvested early and late in the export season had the greatest levels of discrete patches at temperatures below 5°C and had the lowest levels of discrete patches in the middle of the harvest season (Figure 1). Diffuse flesh discolouration was related to fruit maturity with no symptoms apparent until harvest 3 (Figure 1). Discrete patches appeared after 21 days storage at 4°C for fruit age harvest 3 but were at very low levels in fruit age harvests 1 and 2 (Figure 2). By contrast diffuse flesh discolouration appeared after 35 days storage for fruit age harvests 2 and 3 as has been reported for South African avocados (Vorster et al, 1988). The increased incidence of discrete patches and diffuse flesh discolouration in late season NZ avocados is in contrast to the decreased chilling sensitivity of late season South African avocados (Toerien, 1986) and would suggest that for NZ 'Hass' avocados storage temperatures could be adjusted up or down in relation to maturity over the export harvest season for optimal fruit quality.

There was a differential effect of ripening time on rot incidence and severity over the different harvests. Cool-stored fruit from harvest 1 had ripening times that were longer than for harvests 2 and 3 (Table 2). The fruit from harvest 1 had greater incidence and severity of stem end rot than fruit from harvests 2 and 3 (Table 2). However, cool-stored fruit from harvest 3, despite ripening in about half the time of fruit from harvest 1, had greater incidence and severity of body rot than fruit from harvest 1. If rot development proceeds at a rate dependant on temperature then short ripening times should result in fruit with fewer and less severe rots independent of other factors. That the relationship between ripening time and incidence and severity of rots was not consistent for all harvests suggests that fruit maturity factors may override the influence of ripening time late in the harvest season. Further experimentation is required to identify the interaction between ripening time, maturity and rot development.

CONCLUSIONS

Maturity of NZ Hass avocados affected fruit quality by changing the sensitivity of the fruit to chilling injury and the incidence and severity of fruit with rots. There was a differential effect of ripening time on rot incidence and severity with maturity. The relationship between fruit ripening times and the development of fruit quality disorders needs to be further defined to allow ripening factors, such as maturity, to be isolated from ripening time. For optimum quality it is suggested NZ Hass avocados be stored at about 5°C in the early season, the temperature could then be lowered to

4°C mid season but should be raised late season to 7°C. In addition, the duration of storage should not exceed 28 days to avoid chilling injury.

Acknowledgements

This research was funded by the Foundation for Research Science and Technology contract no. AVIX0201

REFERENCES

- CUTTING JGM, WOLSTENHOLME BN 1992 Maturity and water loss effects on avocado (*Persea americana* Mill.) postharvest physiology in cool environments. *Journal of Horticultural Science* 67: 569-575
- DIXON J 2001. Avocado Assessment Manual 2001. Version 2.0 February 200. Avocado Industry Council Ltd
- EVERETT KR 1998. The effect of temperature on fungi causing rots of avocados. HortResearch Client Report No. 98/206
- HOPKIRK G, WHITE A, BEEVER DJ, FORBES SK 1994. Influence of postharvest temperatures and the rate of fruit ripening on internal postharvest rots and disorders of New Zealand 'Hass' avocado fruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 22: 305-311
- TOERIEN JC 1986. Temperature control of avocados for sea export. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 9: 31-32
- VORSTER LL, TOERIEN JC, BEZUIDENHOUT JJ 1988. The influence of the time temperature interaction on the shelf-life and internal quality of avocados. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 11: 61-64

Table 1. The effect of orchard and harvest month on dry matter, time to ripen and fruit quality for non-stored avocados from the storage temperature trial ripened immediately after harvest.

Orchard	Harvest	Dry Matter %	Time to ripen days	Stem end rot		Body rot		Sound fruit ^b %
				Inc ^a %	Sev %	Inc %	Sev %	
1	1	23.3	16.5	6.0	0.1	16.0	0.7	96.0
	2	27.7	16.8	2.0	0.0	19.0	0.8	97.0
	3	32.7	10.0	5.0	0.1	26.0	0.9	96.0
2	1	25.0	15.0	11.0	0.1	17.0	0.8	96.0
	2	30.3	12.0	3.0	0.2	34.0	1.1	91.0
	3	36.2	8.0	0.0	0.0	25.0	1.0	95.0
3	1	24.2	17.0	10.0	0.2	16.0	0.6	96.0
	2	27.1	15.0	9.0	1.1	42.0	3.4	76.0
	3	34.0	8.7	1.0	0.1	43.0	1.6	97.0
ANOVA		Orchard	NS ^c	NS	p<0.05	p<0.001	p<0.01	p<0.001
		Harvest	p<0.001	p<0.001	p<0.05	p<0.001	p=0.01	NS

^a Significance levels estimated using binary logistic regression analysis; ^b The incidence of ripe fruit with disorders less than 5% severity; ^c Not significant

Table 2. The effect of storage temperature on time to ripen at 20°C and fruit quality of avocados stored for 28 days then ripened at 20°C

Temperature C ^a	Harvest	Time to ripen days	Stem end rot		Body rot		Sound fruit ^b %
			Inc ^a	Sev	Inc	Sev	
2	1	8.9	19.1	1.4	22.1	1.7	83.0
	2	7.7	8.7	0.3	21.7	1.1	91.0
	3	4.9	6.3	0.2	42.7	4.8	75.3
3	1	10.4	26.3	1.2	20.3	1.0	83.7
4	2	6.6	8.0	0.2	16.0	1.0	92.3
	3	3.9	5.3	0.1	39.0	1.6	92.0
5	1	8.8	12.3	0.4	7.3	0.3	94.3
	2	4.9	9.0	0.1	16.0	0.7	95.3
	3	3.1	5.0	0.2	45.0	3.1	86.0
7.5	1	4.3	5.7	0.1	10.0	0.4	96.3
	2	3.1	2.0	0.0	5.7	0.2	96.7
	3	1.2	7.0	0.2	47.3	2.1	88.0
ANOVA		Temp	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
		Harvest	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001

^a Significance levels estimated using binary logistic regression analysis; ^b The incidence of ripe fruit with disorders less than 5% severity

Figure 1. Changes in incidence and severity of cold damage (discrete patches) and chilling injury in the flesh (diffuse flesh discolouration) after 28 days storage at various temperatures for each harvest. Vertical bars represent the standard error of the mean of 300 fruit.

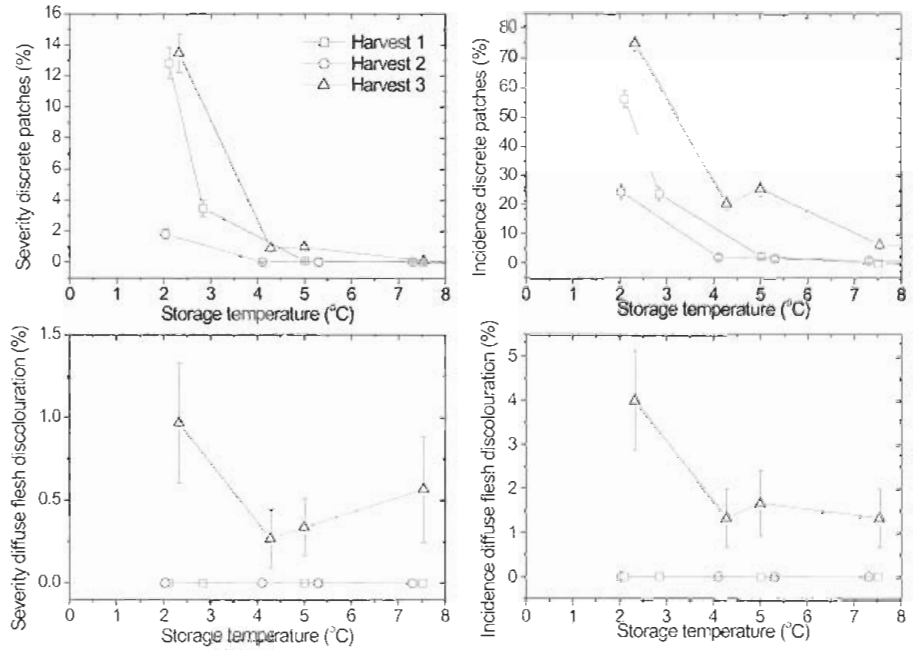
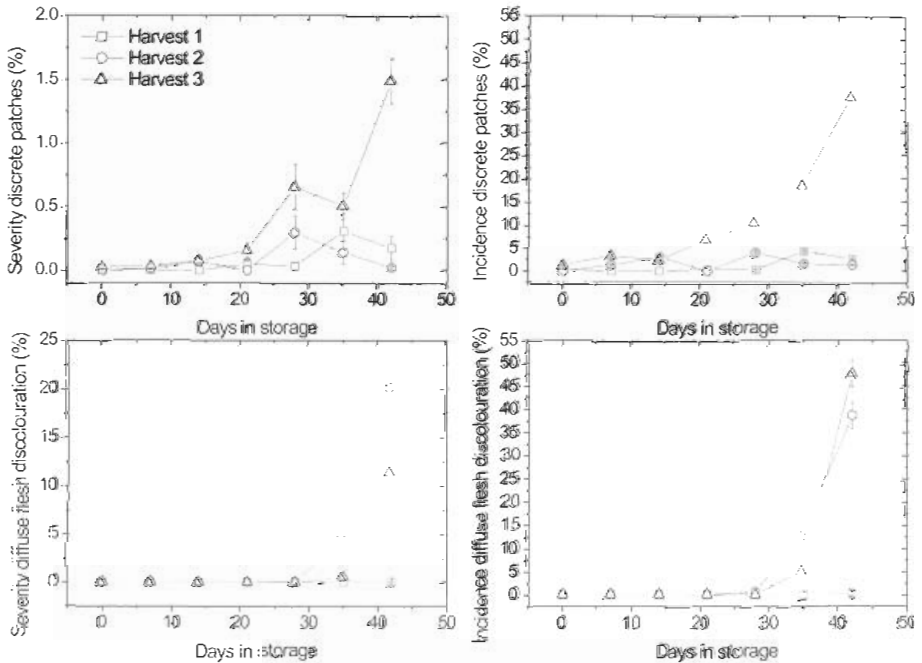


Figure 2. Changes in incidence and severity of cold damage (discrete patches) and chilling injury in the flesh (diffuse flesh discolouration) after storage at 4°C for different time periods for each harvest. Vertical bars represent the standard error of the mean of 300 fruit.



CARACTERIZACIÓN HISTOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE DESÓRDENES FISIOLÓGICOS EN PALTAS (*PERSEA AMERICANA* MILL.) CV. HASS EN ALMACENAJE REFRIGERADO, EN DOS ESTADOS DE MADUREZ.

P. Undurraga¹, J. A. Olaeta¹, G. Opazo¹.

¹ Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile, Av. Brasil 2950 Valparaíso - Chile Correo electrónico: pundurra@ucv.cl

RESUMEN

Paltas cv. Hass cosechados en dos estados de madurez 9-11% y 14-16% de aceite, se almacenaron a 3 y 7 °C en cámaras de refrigeración. A los 0, 10, 20 30 y 40 días de almacenaje se evaluó la actividad de las enzimas peroxidasa y polifenoloxidasas tanto en tejidos sanos como en aquellos que presentaron presencia de desórdenes fisiológicos. Se realizó además, un análisis histológico

Los análisis enzimáticos mostraron que la actividad de la enzima polifenoloxidasas fue mayor en aquel tejido que presentaba daños fisiológicos, a su vez la temperatura de almacenaje afectó la actividad de esta enzima, siendo mayor en aquellos frutos almacenados a 3 °C. La enzima peroxidasa presentó una mayor actividad en el tejido sano.

De los análisis histológicos se observó que la estructura y organización celular fue mejor en aquella fruta con niveles de madurez 9-11%, aunque en ambas temperaturas de almacenaje el grado de desorganización celular se incrementó con el tiempo una la pared celular disminuyó. Se observó también, una lignificación progresiva en las paredes celulares de frutos con madurez más avanzada, lo que no ocurrió en frutos que tenían un porcentaje de 9-11% de aceite.

Palabras Clave: Aguacate, Palta, Daños fisiológicos, Peroxidasa, Polifenoloxidasas.

INTRODUCCIÓN

La palta es un fruto originario de regiones tropicales y por ello es sensible al daño por bajas temperaturas, que se manifiesta como desórdenes fisiológicos (Couey, 1982; Cutting et al., 1992;

Carrillo, 1991). Los factores que inducen estas anomalías, se originan tanto en precosecha como en postcosecha, vinculándose directamente con la temperatura de almacenaje afectando su calidad. Las bajas temperaturas producen en los frutos un estrés oxidativo, donde este responde con procesos deletéreos intracelulares endógenos (Chrispeels *et al.* 1999), aumentando la capacidad de lignificación y de peroxidación de lípidos de la membrana lo que produce un desarrollo de manchas en la pulpa.(Meneghini, *et al.*, 1978; Martins,1995) activando los sistemas enzimáticos principalmente las enzimas Polifenoloxidasas y Peroxidasas.

Para ello esta investigación plantea evaluar el efecto de la madurez, la temperatura y tiempo de almacenaje refrigerado, sobre la aparición de desórdenes fisiológicos y su relación con la organización celular y la actividad de las enzimas polifenoloxidasas y peroxidasas en palta cv. Hass.

MATERIALES Y MÉTODOS

Frutos de palto del cultivar Hass de tamaños entre 160 - 250g., sanos, sin malformaciones, fueron cosechados con dos índices de madurez: 9-11% y 14-16% de aceite. Para cada estado de madurez se separaron 200 frutos y fueron embalados en mallas que contenían 5 frutos cada una (1 k aprox.), correspondiendo esta a la unidad experimental. Luego y para cada estado de madurez, fueron almacenados por 10, 20, 30 y 40 días en cámara de refrigeración., la mitad de ellos a una temperatura de $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$, y 90 % HR., y la otra mitad a $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$, también con 90% HR.

Después de cada periodo de almacenaje los frutos se partieron en forma longitudinal y se determinó la actividad de las enzimas: polifenoloxidasas y peroxidasas tanto en frutos sanos como en aquellos que presentaron desórdenes fisiológicos internos, en estos últimos la determinación se realizó tanto en el tejido sano como el que tenía daño. Para ello se pesaron 40 g de pulpa triturada y tratada con 130 mL., de solución tampón fosfato 0,06M a pH 6,5, luego fue agitada por 5 min. a 4°C y centrifugada a 4500 RPM, por 45 min. a 4°C . Al sobrenadante se agregó 0,6% de polivinilpirrolidona (PVP) y se agitó durante 1 hora a 4°C , el producto filtrado se utilizó como extracto enzimático.(Sánchez *et al.* (1986).

La actividad de la polifenoloxidasas se determinó usando: 2mL de extracto enzimático, 5mL de tampón fosfato 0,1M a pH 6,5 y 5mL de 4-metil catecol. La absorbancia será monitoreada a 410nm. La peroxidasas se determinó usando 0,3mL de extracto enzimático, y 2,7mL de una solución que contiene: tampón fosfato 0,066M a pH 6,5, guayacol y H_2O_2 . La absorbancia será monitoreada a 470nm (Bergmeyer, 1974)

Para los análisis histológicos las muestras fueron fijadas con F.A.A, sometiéndose a un proceso de deshidratación con soluciones alcohólicas de 50%, 60%, 70%, 95% y 100%, para posteriormente incluir en parafina el corte.

Las muestras deshidratadas se trataron con xilol y luego con parafina sólida para formar bloques, los que se utilizaron para la realización de los cortes histológicos. Estos bloques fueron cortados en un micrótopo rotatorio manual Leitz con un grosor de 15 μ . y Los cortes puestos en portaobjetos previamente tratados con albúmina y secados a 25°C durante 24 hrs. Luego a los cortes se les eliminó la parafina con xilol y se procedió a su rehidratación para ser teñidos con safranina al 1% y verde luz 0,2%. Las muestras teñidas se analizaron por microscopía óptica con microscopio Nikkon AFX-35 con aumentos de 10 y 20X.

Se utilizó un Diseño completamente al azar de 2x2x4 (madurez, temperatura, almacenaje) con 5 repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los daños fisiológicos desarrollados, correspondieron a Pardeamiento de pulpa y Oscurecimiento vascular, los que aparecieron solo en frutos con un 14-16% de aceite, almacenada a 3°C y 7°C.

Tejido de paltas sin daño fisiológico y con estado madurez mas avanzado, presentaron una mayor actividad de la enzima polifenoloxidasas. Su actividad descreció después de 40 días de almacenaje refrigerado, alcanzando similar magnitud en ambas temperaturas de almacenaje (Cuadro 1).

Cuadro 1. Actividad relativa de la enzima Polifenoloxidasas ($\mu\text{mol}/\text{min} \cdot \text{g}$), en tejido sano de paltas, almacenadas a 3° y 7°C

Días de almacenaje	9-11% aceite		14-16% aceite	
	3 °C	7 °C	3 °C	7 °C
10	5,97	5,30	15,40	32,35
20	5,53	4,83	16,68	11,40
30	6,60	4,73	25,60	15,00
40	0,79	1,67	21,80	11,76

En relación a la temperatura de almacenaje, se observa que en general la actividad de la enzima polifenoloxidasas fue mayor al almacenar la fruta a 3°C, en ambos estados de madurez (Cuadros 1 y 2). Tejidos con daño fisiológico presentaron siempre, en las fechas evaluadas, una mayor actividad de la enzima polifenol oxidasas que el tejido sano (Cuadro 2).

Cuadro 2. Actividad relativa de la enzima Polifenoloxidasas ($\mu\text{mol}/\text{min} \cdot \text{g}$) en tejido con desarrollo de desordenes fisiológicos, en paltas con 14-16% de aceite.

Días de almacenaje	Pardeamiento Pulpa		Oscurecimiento Vascular	
	3 °C	7 °C	3 °C	7 °C
10	33,55	-	30,77	-
20	-	7,50	-	-
30	-	-	-	-
40	-	12,80	-	19,77

Al retrasar la cosecha, en general la concentración de calcio en el tejido disminuye afectando la estabilidad de las membranas lo que explica por qué la fruta de cosecha tardía es más sensible a los desórdenes fisiológicos. Cutting *et al.* (1992) señalan que la concentración de fenoles (sustratos de la PFO) se incremento en la medida que los frutos presentan mayor madurez.

La actividad de la enzima peroxidasa en tanto, fue mayor cuando la fruta fue almacenada a temperaturas de 7°C (Cuadro 3). A su vez en el tejido sano, la actividad de esta enzima fue mayor que en el tejido con daño fisiológico (Cuadros 3 y 4). Lo anterior explica que la participación de esta enzima no estaría directamente relacionada con la aparición de los desordenes fisiológicos manifestados, sino que su acción tiene relación directamente con su actividad fisiológica oxidativa en el fruto. Estos resultados se aproximan a los obtenidos por Zauberman, *et al.* (1985) quienes no registraron significativos incrementos de actividad de la peroxidasa en el cv. Fuerte con síntomas de daño por frío, luego de un almacenaje a 1+- 1°C.

Cuadro 3. Actividad relativa de la enzima Peroxidasa ($\mu\text{mol}/\text{min} \cdot \text{g}$), en tejido sano de paltas, almacenadas a 3° y 7°C.

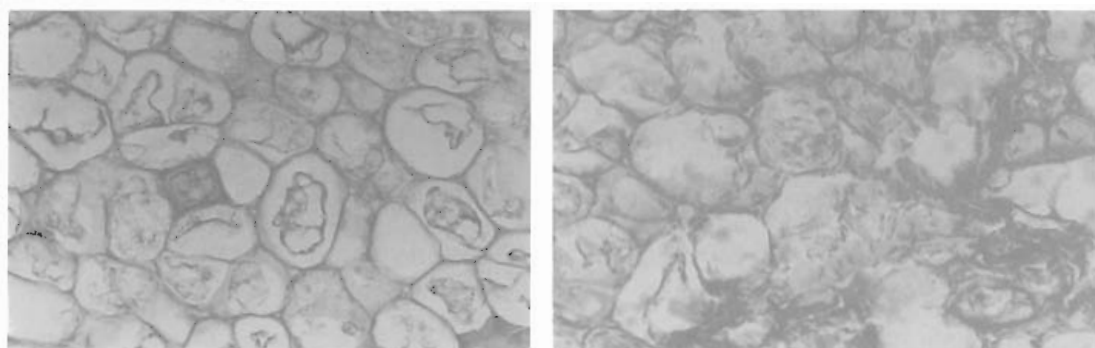
Días de almacenaje	9-11% aceite		14-16% aceite	
	3 °C	7 °C	3 °C	7 °C
10	35,98	124,40	24,90	10,20
20	45,32	133,38	68,42	135,49
30	49,26	139,39	23,74	155,27
40	98,58	124,15	36,13	47,17

Cuadro 10. Actividad relativa de la enzima Peroxidasa ($\mu\text{mol}/\text{min} \cdot \text{g}$) en tejido con desarrollo de desordenes fisiológicos, en paltas con 14-16% de aceite.

Días de almacenaje	3 °C		7 °C	
	Pardeamiento de Pulpa	Oscurecimiento Vascular	Pardeamiento de Pulpa	Oscurecimiento Vascular
10	15.64	19.34	-	-
20	-	-	52.66	-
30	-	-	-	-
40	-	-	47.82	59.09

Análisis histológico

El análisis histológico, muestra que los tejidos de paltas cosechadas con 9-11% aceite, no mostraron una lignificación evidente ni una desorganización celular, sino hasta los 40 días de almacenaje (figura 1), esto se relaciona con la no manifestación de daño visual en la fruta durante el almacenaje. El tejido, con índice de madurez 14-16% de aceite en tanto, mostró una disgregación y una lignificación celular progresiva durante el almacenaje, especialmente en aquellos almacenados a 3°C (figura 2).



a

b

Figura 1. Corte longitudinal de tejido de palta Hass cosechada con 9-11% de aceite, a.-almacenada a 3°C por 20 días; b.-almacenada a 7°C por 40 días. Fotografías con microscopio óptico de luz con aumento de 20x.

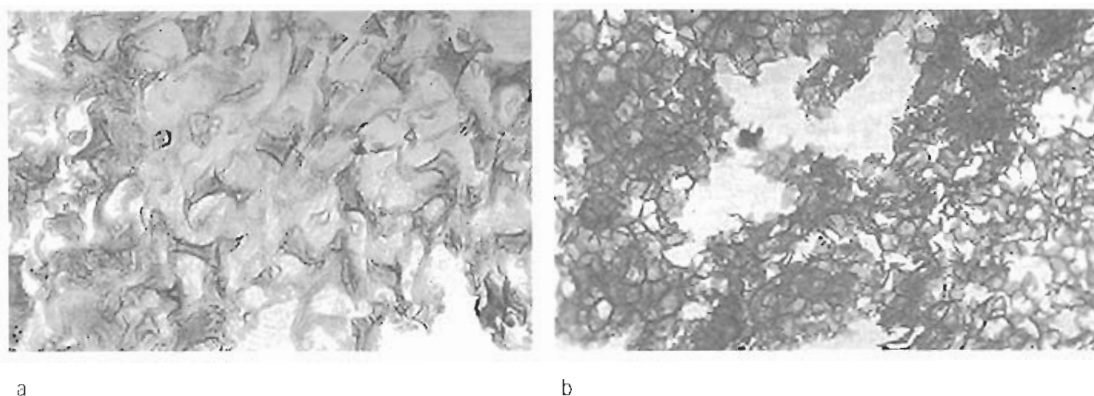


Figura 2. Corte longitudinal de tejido de palta Hass cosechada con 14-16% de aceite, a.-almacenada a 3°C por 20 días; b.- almacenada a 3°C por 40 días. Fotografía con microscopio óptico de luz con aumento de 40x.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente ensayo muestran que fruta almacenada a 3°C presentó una mayor actividad de la enzima polifenoloxidasas que fruta almacenada a 7°C, lo mismo ocurrió cuando se analizó el tejido que presentó daño fisiológico en relación al tejido sano.

Al analizar la enzima peroxidasa, fue en el tejido sano donde la actividad de esta enzima fue mayor.

El análisis histológico mostró que frutos con nivel de madurez 9-11% de aceite, tuvieron una mejor estructura y organización celular y una menor lignificación que paltas cosechadas con 14-16%. Por otro lado, la fruta con este último nivel de madurez, presentó durante el almacenaje una creciente desorganización celular, una disminución del grosor y un aumento de la lignificación de la pared celular.

BIBLIOGRAFÍA

- BERGMEYER, H. U. 1974. Methods of enzymatic analysis. New York, Academic Press. 1693p.
- CARRILLO, C.H. 1991. Almacenaje de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte en atmósfera controlada. Tesis Ing. Agr. Santiago (Chile), Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 84p.
- COUEY, H.M. 1982. Chilling injury of crops on tropical and subtropical origin. Hortscience 71:162-164
- CUTTING, J.G.M., WOLSTELHOLME, B.N. AND HARDY, J. 1992. Increasing relative maturity alters the base mineral composition and phenolic concentration of avocado fruit. Journal of Horticultural Science 67(6):761-768
- CHRISPEELS, M.J., HOLUIGUE, L., LATORRE, R., LUAN, S., ORELLANA, A., PEÑA-CORTES, H., RAIKHEL, N., RONALD, P. AND TREWAVAS, A. 1999. Signal transduction networks and the biology of plant cells. Biological Research 32(1):35-60
- MARTINS, E., ROBALDINHO, R. AND MENEGHINI, R. 1995. Oxidative stress induced activation of a cytosolic protein responsible for control of iron uptake. Archives of Biochemistry and Biophysics 316:128-134
- MENEGHINI, R., HOFFMANN ME., DURAN N., FALJONI, A. AND CILENTO G. 1978. DNA damage during the peroxidase-catalyzed aerobic oxidation of isobutanol. Biochimica et Biophysica ACTA: 518 177-180.

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN EN ALMACENAJE REFRIGERADO DEL CV. DE PALTO ISABEL (PERSEA AMERICANA MILL)

J.A. Olaeta¹, P.L. Undurraga¹, S. Guajardo¹.

¹ **Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile, Av. Brasil 2950 Valparaíso – Chile. Correo electrónico: jolaeta@ucv.cl**

RESUMEN

La Palta Isabel corresponde a una variedad desarrollada y patentada por la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso- Chile, y que presenta características interesantes como la de resistir temperaturas límites cercanas a $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Su origen probablemente corresponde a un híbrido de los cvs. Hass y Bacon.

El fruto es ovoide y con cierta forma de pera. La superficie de su piel es rugosa y en su estado de madurez adquiere un color oscuro-púrpura, similar a Hass. Su pulpa es suave y cremosa con un tenue dulzor, presentando características de sabor agradables similares al cv. Hass.

La presente investigación evalúa el comportamiento en postcosecha de los frutos del cv Isabel, cosechados con tres niveles de aceite de 12, 15, 19% y almacenados a temperaturas de 6 y 8 $^{\circ}\text{C}$. Para ello se realizaron cuatro ensayos, evaluando el comportamiento de la fruta a los 10, 20, 30 y 40 días de almacenaje, evaluándose cada uno de ellos a salida de cámara y después de un periodo de comercialización simulada. Se midió pérdidas de peso (%), resistencia de la pulpa a la presión (k), color externo e interno (L, a, b), intensidad respiratoria ($\text{mg}\cdot\text{CO}_2/\text{k}/\text{hora}$), presencia de daños fisiológicos y patológicos.

En relación al Porcentaje de deshidratación de los frutos, la pérdida de peso se incrementa a medida que se retarda la cosecha de los frutos, superando el tercer nivel de madurez en el segundo ensayo el valor crítico que afecta la apariencia de las paltas. Respecto al color de la cáscara se produce el quiebre a partir de los 30 días de almacenaje, tercer ensayo. No se detectaron problemas de alteraciones fisiológicas en frutos cosechados con un 15% de aceite,

La caracterización organoléptica de los frutos clasificó a los frutos con madurez de 15% de aceite, refrigerados a 6°C y por un Periodo de tiempo no superior a los 30 días como el de mejor aceptación

Palabras Clave: Palta. Aguacate, Isabel, Almacenaje refrigerado, Madurez.

INTRODUCCIÓN

La palta "Isabel" (*Persea americana* Mill), aparentemente es un híbrido de los cvs. Hass y Bacon, el que ha sido desarrollado y patentado por la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en su Estación Experimental La Palma, Quillota, Chile. Entre las características más interesantes descritas, se tiene que el árbol presenta una resistencia a bajas temperaturas, cercanas a 1 °C y que su fruta posee una piel rugosa de color, inicialmente verde, pero que al llegar a la madurez adquiere un color negro - púrpura, con una pulpa de textura suave y cremosa muy semejante al cultivar Hass. Como factor negativo se describe que su semilla ovalada, representa entre un 15 a un 20% del peso total del fruto (Zúñiga, 1998). El mismo autor señala que los contenidos de aceite en el fruto varían entre 3,01 y 22,63 % en la madurez, extendiéndose su cosecha entre los meses de Julio y Enero en Chile.

Estas características de mayor precocidad que el cultivar Hass, que inicia su cosecha en el mes de Septiembre, sumada a su semejanza en factores organolépticos y físicos, han hecho interesante evaluar el comportamiento del cultivar "Isabel" en poscosecha, para determinar el efecto de la temperatura de almacenaje y nivel de madurez a la cosecha sobre el tiempo de conservación y calidad final de la fruta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se programaron cuatro ensayos de almacenaje refrigerado en paralelo, correspondientes a tiempos de guarda de 10, 20, 30 y 40 días cada uno. Se aplicaron en cada ensayo temperaturas de 6 y 8 ± 0,5 °C, con un 85-90% de Humedad Relativa y la fruta para ser almacenada fue cosechada con niveles de 12, 15 y 19 % de aceite (A.O.A.C 1980, Olaeta, y Undurraga 1995), desde el árbol madre sin injertación, de este nuevo cultivar. A todos los ensayos se les programó un tiempo de comercialización simulada cuya duración fue considerada de acuerdo a que los frutos tratados presentaran un nivel de ablandamiento apto para el consumo (1 a 1,7 k. de resistencia de la pulpa a la presión). Los tratamientos de cada ensayo se obtuvieron de la combinación del nivel de madurez a la cosecha (3) y la temperatura de almacenaje (2), resultando así un total de 6 tratamientos por ensayo.

Una vez establecida las tres fechas de cosecha, según el nivel de aceite, se recolectaron frutos con pesos de 250 -290 gr., sin daño mecánico, sin problemas patológicos o de plagas, y con pedúnculo cortado a 2 mm. Previo a someter los frutos al almacenaje fueron caracterizados individualmente indicando el peso, color de la epidermis y de la pulpa, así como nivel respiratorio.

Se evaluaron: Pérdida de Peso, expresado como porcentaje de pérdida de peso; Resistencia de la pulpa a la Presión (RPP), expresado en k.; Nivel respiratorio determinado con analizador de gases, marca Nova y los resultados se expresaron en mg. CO₂/ k de fruta/ hora; Color de la epidermis y pulpa del fruto, la determinación se realizó con un colorímetro Minolta modelo CR-200, expresándose en valores de L, a, y b. Los que fueron convertidos según McGuire (1992); Daño fisiológico, evaluado visualmente en epidermis; pardeamiento interno en la pulpa afectada, y pardeamiento de los haces vasculares (cuadro 1).

Daño patológico: Por evaluación visual, determinando pudrición peduncular y en la pulpa.; Calidad organoléptica: En cada tratamiento, cuando el 50% de las paltas alcanzaba 1 a 1,7 k. de RPP, se evaluó la palatabilidad con 6 panelistas, que determinaron color, aroma, sabor, textura y fibrosidad, calificando estos parámetros de muy agradable a muy desagradable (cuadro 2)

Para los parámetros pérdida de peso, firmeza de pulpa, color y nivel de respiración, se usó un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial (3 niveles de madurez x 2 temperaturas de almacenaje) y cinco repeticiones en los cuatro ensayos realizados. Para la separación de medias se usó la prueba de Comparación Múltiples de Tukey, al 5%. En los parámetros cualitativos las medias se analizaron por el Test de Kruskal Wallis al 5%, después de cada de almacenaje refrigerado más el tiempo de comercialización simulada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Existió efecto del nivel de madurez pero no de la temperatura sobre la deshidratación, y tampoco hubo interacción entre ambos parámetros. El valor crítico del 10% de deshidratación (Luza *et al.* 1979) fue superado desde los 20 días de almacenaje por el índice de madurez con 19% de aceite (cuadro 3). Esto coincide con investigaciones de Barrientos (1993), Carrillo (1991) y Bravo (1997), que señalan que la temperatura, la época de cosecha y el tiempo que transcurre entre la cosecha de los frutos y su posterior consumo aumenta la pérdida de agua.

En general hasta los 30 días de almacenaje, la variación de la RPP de los frutos almacenados a 6 °C no fue detectada por el presionómetro pero sí a los 8°C (cuadro 4), donde se observó que la mayor RPP se presentó en frutos cosechados con 19% de aceite. Esto podría ser debido a que el ablandamiento en palta esta mas gravado por la perdida de humedad que por desmetilacion de las pectinas. A los 40 días de almacenaje no se observó un efecto entre los distintos niveles de madurez, alcanzando la fruta rangos de 1-2k de RPP.

En relación a la intensidad respiratoria, en general frutos con mayor nivel de madurez alcanzaron mayor intensidad (59 mg.CO₂ /k/hr.). Por otro lado, los frutos almacenados a 8°C mostraron mayor tasa respiratoria (figura 1).

El color de la epidermis mostró diferencia entre las temperaturas de refrigeración, observándose que los frutos a 6°C mantuvieron su coloración verdosa, no virando a negro. Se observó también efectos entre los niveles de madurez y la temperatura siendo los frutos cosechados con 15% de aceite y tratados a 8°C, los que presentaron mayor quiebre de color. El color de la pulpa no fue afectada por los tratamientos.

No hubo daño patológico, los daños fisiológicos, en tanto fueron bajos, sin embargo estos se fueron incrementando en el almacenaje. Se observó también que los frutos cosechados con 12% de aceite mostraron mayores daños durante el almacenaje (Cuadro 5).

Las evaluaciones efectuadas después de comercialización simulada, mostraron que los frutos ablandaron, en un promedio de 9 días, dependiendo de su nivel de madurez, alcanzando un nivel de deshidratación de 7-9%. El panel sensorial prefirió aquellos frutos cosechados con 15% de aceite, calificando la fruta de color agradable, textura y sabor muy agradable, y aroma y fibrosidad agradable.

CONCLUSIONES

Para mantener los frutos del cv. Isabel bajo condiciones de almacenaje que aseguren su conservación y calidad final, se deben cosechar idealmente, con niveles de aceite del 15%, ser almacenados bajo un sistema de conservación refrigerada a 6°C con un humedad relativa del 80-90% y por un periodo de tiempo no superior a los 30 días.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1980 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. Official Methods of Analysis
- BARRIENTOS, V. 1993. Efectos de distintas concentraciones de gases (CO_2 y O_2) en la conservación de paltas cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 74p.
- BRAVO, O. 1997. Efecto de la época de cosecha y la temperatura de almacenaje en la calidad de frutos de paltos(*Persea americana* Mill) cv. Gwen. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 68p.
- CARRILLO, C. 1991. Almacenaje de frutos de palto(*Persea americana* Mill) cv. Fuerte en atmósfera controlada. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 84p.
- LUZA, J. G., BERGER, H. Y LIZANA, L.A. 1979. Almacenaje en frío de paltas (*Persea americana* Mill) cvs. Negra de la Cruz, Ampolleta Grande y Fuerte. *Simiente* 49:42-47.
- MCGUIRE, R 1992. Relating Colorimeter Measurement of Plant Color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. . *Hortscience* 27(12):1256-1260.
- OLAETA, J Y UNDURRAGA, P. 1995. Estimaciones del índice de madurez en paltas. Tecnología de cosecha y postcosecha de frutas y hortalizas. Procedimientos de la conferencia internacional. Guanajuato, México. pp421-426.
- ZÚÑIGA, J. 1998. Caracterización morfológica y organoléptica de un nuevo clon de palto (*Persea americana* Mill). Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 82p.

Cuadro 1. Escala para determinar daño fisiológico en la epidermis, area de pulpa e intensidad de pardeamiento en haces vasculares, en paltas Cv Isabel en almacenaje refrigerado.

ESCALA	EPIDERMIS AFECTADA	PARDEAMIENTO INTERNO	INTENSIDAD DE PARDEAMIENTO HACES VASCULARES
1	No existe	No existe	Natural
2	< 20%	Zona adyacente a la semilla	Incipiente
3	21% - 40%	Menos del 25% de la pulpa	Pardo claro
4	41% - 60%	Entre el 25% y 50% de la pulpa	Pardo tenue
5	> 60%	Sobre el 50% de la pulpa	Pardo oscuro

Cuadro 2. Escala de valores y calificación de los parámetros de evaluación sensorial

ESCALA	CALIFICACIÓN
1	Muy agradable
2	Agradable
3	Indiferente
4	Desagradable
5	Muy desagradable

Cuadro 3. Efecto del nivel de madurez sobre la deshidratación de paltas refrigerada, cv. Isabel, evaluado en los cuatro ensayos a salida de cámara.

NIVEL DE MADUREZ	% DESHIDRATACIÓN DE LOS FRUTOS			
	Ensayo 1, 10 días de almacenaje	Ensayo 2, 20 días de almacenaje	Ensayo 3, 30 días de almacenaje	Ensayo 4, 40 días de almacenaje
12 % aceite	1.40 a *	3.05 a	4.17 a	5.19 a
15% aceite	1.13 a	2.01 a	3.40 a	3.98 a
19% aceite	6.34 b	11.69 b	15.74 b	17.82 b

*Letras distintas dentro de una misma columna muestra diferencias significativas con un p=0.05, según test de Tukey.

Cuadro 4: Efecto de la interacción de tres niveles de madurez, almacenados a distintas temperaturas, sobre la resistencia de la pulpa a la presión en frutos (k) del cv. Isabel.

TEMPERATURA (°C)	NIVEL DE MADUREZ (% de aceite)		
	12	15	19
6	>5,45 a *	>5,45 a	>5,45 a
8	3,09c	1,43 b	4,70 d

*Letras distintas muestran diferencias significativas con un p=0.05, según test de Tukey.

Cuadro 5. Porcentaje de daño frutos de palta cv. Isabel cosechados con tres niveles de madurez, almacenados a 6 y 8°C de temperaturas.

TRATAMIENTO		% FRUTOS CON DAÑOS INTERNO			
% aceite	Temperatura (°C)	10 días	20 días	30 días	40 días
12	6	20 a*	20 a	20 a	60 b
12	8	20 a	0 a	60 b	40 b
15	6	0 a	0 a	0 a	60 b
15	8	0 a	20 a	0 a	0 a
19	6	0 a	0 a	20 a	60 a
19	8	0 a	0 a	20 a	100 c

*Letras distintas dentro de una misma columna muestra diferencias significativas con un $p=0.05$, según test de Tukey.

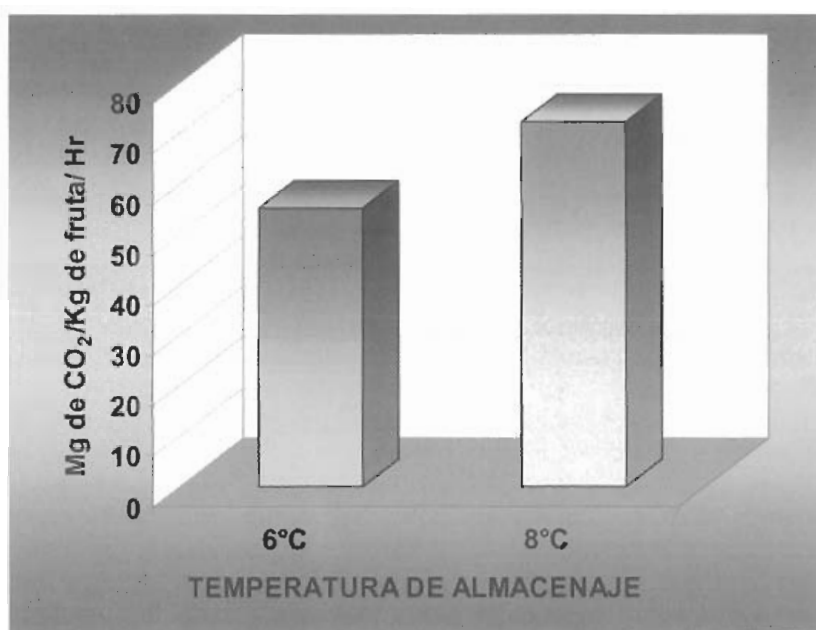


Figura 1. Intensidad respiratoria de los frutos del cv. Isabel sometidos a dos temperaturas, evaluados a salida de cámara.

*Letras distintas muestra diferencias significativas con un $p=0.05$, según test de Tukey.

CAN DYNAMIC CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE BE USED FOR 'HASS' AVOCADOS?

C.W. Yearsley¹, N. Lallu¹, D. Burmeister¹, J. Burdon¹ and D. Billing¹

¹HortResearch, 120 Mt Albert Road, Private Bag 92 169, Auckland, New Zealand.

E-mail: cyearsley@hortresearch.co.nz

SUMMARY

There is renewed interest in dynamic controlled atmosphere (CA) storage of fruit, where the O₂ level changes according to fruit response, as an alternative to static CA, where the O₂ level remains fixed during storage. The objective of this study was to assess whether dynamic CA can be used for New Zealand 'Hass' avocados by determining the changes in ethanol accumulation and chlorophyll fluorescence (CF) in response to low O₂ or high CO₂ atmospheres at storage or chilling temperatures.

The accumulation of ethanol in mesocarp tissue was measured for fruit exposed to O₂ atmospheres of 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 10 or 21% O₂ (balance N₂), or 0, 1, 2, 5, 10 or 20% CO₂ (balance air) at 5°C. The effect of the level of O₂ on ethanol in fruit removed from stress inducing atmospheres was determined by exposing fruit to 0.1% O₂ for 24, 48, or 96 hours, then transferring back to atmospheres of 2, 5 or 21% O₂. Ethanol was not detected in fruit held in O₂ between 0.5 and 21%, but a marked accumulation of ethanol occurred in fruit held in less than 0.5% O₂. Ethanol accumulated markedly in fruit held in 0.1% O₂ at 5°C to approx. 2, 14 and 20 nmol/g FW after 24, 48 and 96 hours, respectively. Levels of ethanol in these fruit generally decreased to trace levels after 24, 48 or 96 hours respectively, when transferred to non-stress atmospheres regardless of the O₂ level in the non-stress atmosphere. Ethanol did not accumulate in fruit exposed to atmospheres of 0, 1, 2, 5, 10 or 20% CO₂.

The CF yield ($(F_m - F_0) / F_m$) was measured for fruit from 3 orchards exposed to atmospheres of 0.3, 0.5, 0.8, 1, 2, 5 or 21% O₂, (balance N₂), or 0, 2, 5, 10, 15 or 20% CO₂ (balance air) at 0° or 6°C. CF yield remained at approx. 0.8 for fruit at 6°C held in O₂ between 21 to 1%, but yield decreased sharply to 0.68 within 1 day of exposure to <1% O₂. When fruit held in <1% O₂ for 6 days were returned to air at 6°C, CF yield recovered from approx. 0.67 back to 0.8. CF yield decreased slightly when levels of CO₂ were greater than 5%, but recovered to approx. 0.8 on return to

air after 6 days at 6°C. However, at 0°C the decreased CF yield became more marked with increasing levels of CO₂. Fruit from the three orchards had similar CF responses within all treatments.

It is concluded that the physiological behaviour of New Zealand 'Hass' avocado, and in particular the kinetics of ethanol accumulation and CF yield responses, makes dynamic CA commercially realistic.

Key Words: dynamic controlled atmosphere storage, ethanol, chlorophyll fluorescence, non-destructive sensor, physiological stress

INTRODUCTION

New Zealand exports 'Hass' avocados to overseas markets by sea primarily in refrigerated holds but also in integral shipping containers. Depending on existing markets the ability to store fruit for 14 to 28 days is necessary, and if New Zealand is to supply fruit to more distant markets, even greater storage life will be needed. Some New Zealand avocados are transported in controlled atmosphere (CA) shipping containers and this form of shipping may increase when supplying fruit to the more distant markets. Although CA conditions vary with the type of container or vessel used, atmospheres typically range from 2 to 5% O₂ and 3 to 10% CO₂. Usually the O₂ and CO₂ levels are fixed, i.e. they are static, throughout the voyage.

A trend in CA storage is to consider the use of dynamic rather than static atmospheres (Van Schaik and Verschoor, 2003). For dynamic CA the atmosphere is changing (dynamic) rather than being static throughout storage. Specifically, the O₂ level is set according to a fruit response, which usually changes during storage, hence O₂ levels also change during storage. For dynamic CA to operate a non-destructive sensor is required to detect real-time changes in the physiological response of the fruit to the set atmosphere. The sensor needs to be sensitive enough to detect physiological change before irreversible low O₂ damage occurs to the fruit. Ultimately, the sensor could be linked to a control system capable of automatically adjusting the O₂ atmosphere in a CA room during storage to maximise the effect of low O₂ on fruit quality.

The detection of ethanol (EtOH; Veltman et al., 2003), and more recently chlorophyll fluorescence (CF; Prange et al., 2002, 2003) has been evaluated as useful sensors for dynamic CA. To assess whether dynamic CA could be used for New Zealand 'Hass' avocados, two studies were undertaken in which fruit were held in a range of static O₂ or CO₂ levels for different durations and then the stress atmosphere returned back to 2% O₂, 5% O₂, or air.

In the first study, changes in EtOH in the fruit were determined during induction and recovery from stress-inducing atmospheres at 5°C. In the second study, changes in CF yield of fruit were determined during induction and recovery from stress-inducing atmospheres at 6°C and 0°C. The two studies were used to compare the potential for EtOH and CF to be used as sensors for dynamic CA.

MATERIALS AND METHODS

For the EtOH study, freshly harvested 'Hass' avocados from one orchard were cooled to 5°C and held in humidified atmospheres of 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 10 and 21% O₂ (balance N₂), or 0, 1, 2, 5, 10 and 20% CO₂ (balance air) for up to 504 h to quantify EtOH induction. EtOH in the flesh was determined at intervals by removing subsamples of 5 fruit per treatment and immediately excising two

plugs (approx. 2 g) of tissue from endocarp tissue on opposite sides of each fruit. The plugs were placed in a 60 ml plastic syringe, the void volume adjusted to 10 ml, capped with a rubber septum, and a vacuum established by increasing the void volume to 60 ml. After 1 min the vacuum was released and a 1 ml sample of the headspace analysed for EtOH using a FID gas chromatograph (Pye Unicam PU4500, UK) fitted with a 1.5 m Haysep N column (Alltech Associates, USA). In a separate experiment, fruit were held in 0.2% O₂ for 24, 48, or 96 h, then the O₂ backed off to 2, 5 or 21% O₂ to quantify EtOH recovery.

For the CF study, freshly harvested 'Hass' avocados from 3 orchards were cooled to 0° or 6°C, enclosed in clear plastic film bags which were vented (approx. 150 cm³/min) with humidified atmospheres of 0.3, 0.5, 0.8, 1, 2, 5, 21% O₂ (balance N₂), or 0, 2, 5, 10, 15, 20% CO₂ (balance air) for 6 days. To quantify change in CF during this induction phase, a pulse amplitude modulated fluorimeter (WALZ Mini-PAM, Germany) was used to measure CF yield ((F_m-F₀)/F_m) daily. A preliminary experiment had determined that the F₀ and F_m measurements were slightly lower when measured through the plastic film, but the CF yield was unaffected. Measurements were repeated at 24 h intervals at the same location on 5 dark-adapted fruit per orchard. To quantify change in CF of fruit on removal from stress-inducing atmospheres, the atmosphere in the bags was changed to air for a further 8 days at 0° or 6°C, and finally to air for 2 days at 20°C. The fruit were assessed for external chilling injury and low O₂ injury at the end of the experiment.

RESULTS

The level of EtOH increased markedly in fruit held in less than 0.5% O₂ for 48 h, whereas only basal levels of EtOH (0.02 nmol / g fresh weight (FW)) were measured in fruit held in 0.5 to 21% O₂ (Figure 1A). Levels of up to 20% CO₂ had no marked affect on EtOH accumulation (Figure 1B). The pattern of accumulation of EtOH over time was typical of growth or S-type curves (Figure 1C and D). The maximum EtOH level produced increased with decreasing O₂ level below 0.5%. When fruit were transferred to air after a 24, 48 and 96 h induction period accumulated EtOH decreased markedly to basal levels within a further 24, 48 or 96 h, respectively. When the O₂ atmosphere was backed off to 2 or 5% O₂ there was an initially delay in the decrease in EtOH that had accumulated over the 96 h followed by a rapid decrease in EtOH to similar or slightly higher levels than fruit backed off to air (Figure 1D).

The CF yield (0.8) decreased slightly over 6 days for fruit held in air (21% O₂, 0% CO₂) at 6°C over time (Figure 2A and 2B). The CF yield decreased markedly at atmospheres of less than approx. 0.8% O₂. Transfer of fruit from the various O₂ levels to air at 6°C resulted in a recovery in the yield values from approx. 0.67 to approx. 0.78 for fruit that had been held in less than 0.8% O₂, and to similar or slightly lower CF yield (approx. 0.76) when these fruit were finally transferred to air at 20°C. The level of CO₂ did not markedly affect CF yield for fruit held at 6°C, though there was a trend for slightly lower CF yield with increasing CO₂ level, and CF yield was not affected when fruit were transferred to air at 6° or 20°C (Figure 2B).

CF was affected by chilling temperature with the CF yield decreasing over time for fruit held at 0°, and particularly for fruit in 0.3% O₂ (Figure 2C). For fruit held at 0°C, increasing the level of CO₂ and duration resulted in even lower CF yields (e.g. approx. 0.61 after 6 days at 15 or 20% CO₂). The difference in CF yield between the 3 orchards was approx. 0.044 for fruit held for 20 h in air at 6°C (Figure 2D). However, the difference in CF yield between orchards was less (approx. 0.004 to 0.020) for fruit held in atmospheres less than 2% O₂ at 6°C.

Fruit that had been held in 0.3% O₂ for 6 days developed low O₂ injury when return to air, with approx. 83% or 46% of fruit affected at 0°C or 6°C, respectively. Low O₂ injury was characterised by firm irregular shaped brown or light-brown discolouration of the skin predominantly at the stem-end of the fruit. External chilling injury was observed only in fruit held at 0°C, and was characterised by small irregular charcoal-black discoloured areas with sharp margins and occurred anywhere over the fruit surface.

DISCUSSION

The kinetics of EtOH accumulation and changes in chlorophyll fluorescence yield were both capable of indicating a shift in the physiological state of avocados exposed to low O₂, and may be appropriate physiological indicators for use in dynamic CA of avocados. An ideal sensor for dynamic CA will be sensitive enough to maximise the benefit of low O₂ throughout the storage period while minimising the risk of low O₂ injury. A significant increase in EtOH occurred at a slightly lower O₂ level than the change in CF yield (approx. <0.5% and 0.8% O₂, respectively; Figures 1A and 2A). This lower O₂ level, coupled with the initial lag in EtOH accumulation for fruit held in 0.1% O₂ suggests EtOH increase may be a less responsive, or higher risk indicator of physiological changes at low O₂ than CF.

Although EtOH that accumulated in fruit exposed to 0.1% O₂ for up to 96 h dissipated rapidly when transferred to 2, 5 or 21% O₂, low O₂ injury was detected after 6 days in fruit held at approx. 0.3% O₂. Therefore, the O₂ level at which there was an increase in EtOH is very close to O₂ levels that resulted in low O₂ injury. Additionally, studies in our laboratory indicate a change of as little as 0.1% O₂ from the stress-inducing O₂ level can rapidly and markedly affect the CF signal in 'Hass' avocado, and therefore CF may be a more responsive sensor for dynamic CA than EtOH accumulation. Furthermore, exposure of 'Hass' avocados to approx. 0.8% O₂ for 8 weeks at 5°C did not result in low O₂ injury (Yearsley, unpublished data). The variation in response between orchards to low O₂ was only tested in the CF study, and the variation was minimal at O₂ levels near stress inducing levels. Individual lines of fruit within a dynamic CA store could simply be monitored using separate CF sensors to account for any orchard-to-orchard variation.

While a correlation between CF changes and EtOH accumulation was not determined in this study a link between them has been reported for some crops (Toivonen and DeEll, 2001). However, EtOH accumulation may not always be closely linked to O₂ level, for example in apples, EtOH accumulation may result from senescence-based fermentation in fruit held above their optimum low O₂ level (Prange et al., 2003). Methods for detecting EtOH using gas chromatography or solid-state sensors may be affected by fruit or store volatiles and these may diminish the selectivity of these methods for sensing low O₂ effects on fruit. CF may also be affected by stresses other than low O₂ (DeEll et al., 1999). In the present study, storage temperature and CO₂ affected the CF yield of avocados in addition to low O₂. Thus, CF may be a useful tool in determining chilling stress in avocados. However, for dynamic CA of avocados at normal storage temperatures (5° to 6°C) and typical CO₂ levels of less than 10% CO₂, the change in CF signal is likely to be primarily a response to low O₂.

CONCLUSIONS

It is concluded that, the physiological behaviour of New Zealand 'Hass' avocado, and in particular the kinetics of EtOH accumulation and CF yield response to low O_2 , makes dynamic CA commercially realistic. The O_2 level at which an increase in EtOH was detected was approx. 0.5% O_2 , whereas a change in CF yield was detected at approx. 0.8% O_2 . EtOH that accumulated resulting from exposure of fruit to low O_2 stress may dissipate rapidly after raising the stress-inducing O_2 level. CF is likely to change more rapidly and indicate low O_2 stress at a higher O_2 level than EtOH accumulation, and therefore reduce the risk of low O_2 injury for avocados held in a dynamic CA.

Acknowledgements

We are grateful to the New Zealand Foundation of Science Research and Technology for funding this study.

REFERENCES

- PRANGE RK, DELONG JM, LEYTE JC, HARRISON PA 2002. Oxygen concentration affects chlorophyll fluorescence in chlorophyll-containing fruit. *Postharvest Biology and Technology* 24: 201-205.
- PRANGE RK, DELONG JM, HARRISON PA, LEYTE JC, MCLEAN SD 2003. Oxygen concentration affects chlorophyll fluorescence in chlorophyll-containing fruit and vegetables. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128(4): 603-607.
- TOIVONEN PMA, DEELL JR 2001. Chlorophyll fluorescence, fermentation product accumulation, and quality of stored broccoli in modified atmosphere packages and subsequent air storage. *Postharvest Biology and Technology* 23:61-69.
- VAN SCHAİK ACR, VERSCHOOR JA 2003. CA-Storage: Technology, Application and Research. State of the Art in the Netherlands. Proceedings of the 8th Controlled Atmosphere Research Conference, Rotterdam, The Netherlands, *Acta Horticulturae* 600:181-187.
- VELTMAN RH, VERSCHOOR JA, RUIJSCH VAN DUGTEREN JH 2003. Dynamic control system (DCS) for apples (*Malus domestica* Borkh. cv. 'Elstar'): Optimal quality through storage based on product response. *Postharvest Biology and Technology* 27:79-86.

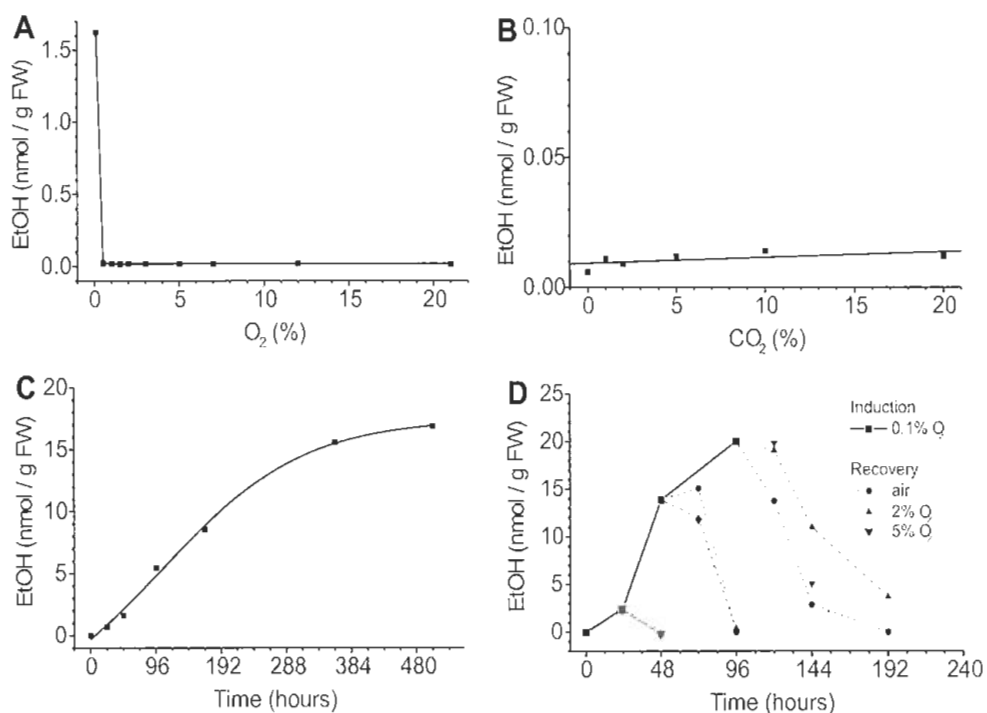


Figure 1. Ethanol (EtOH) levels in 'Hass' avocados held at 5°C for 48 h in 0.1 to 21% O₂ (A), or in 0 to 20% CO₂ in air (B), or in avocados during 0 to 504 h in 0.3 % O₂ at 5°C (C), or recovery in EtOH levels in avocados transferred to air, 2 or 5% O₂ after exposure to 0.1% O₂ for 24, 48 or 96 h at 5°C (D); n = 5 fruit.

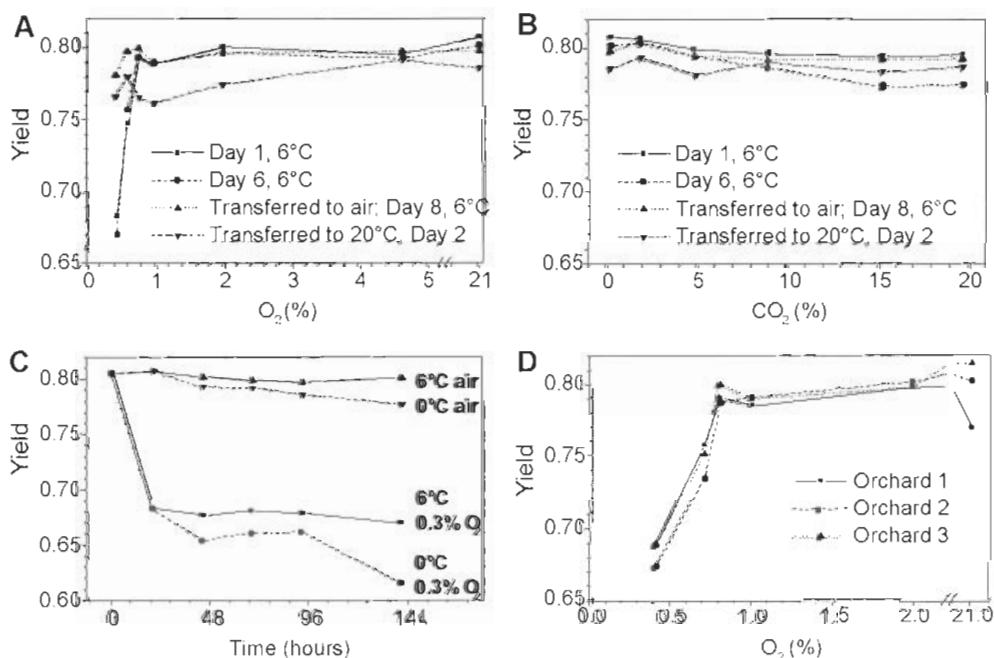


Figure 2. Chlorophyll fluorescence yield ($(F_v - F_o) / F_m$) of dark-adapted 'Hass' avocados during storage at 6° or 20°C in 0.3 to 21% O₂ (A), or in 0 to 20% CO₂ in air (B), or of avocados held at 0° or 6°C in 0.3% O₂ or air for up to 140 h (C), or of avocados from 3 orchards held at 6°C in 0.3 to 21% O₂ for 1 day (D); n = 15 (5 fruit for each of 3 orchards) for A, B, and C, and n = 5 fruit per orchard for D.

ESTUDIOS SOBRE EL PODRIDO DEL AGUACATE EN POSCOSECHA.

J.M. Hermoso¹ y J.M. Farré²

¹ Estación Experimental La Mayora (CSIC). 29750 Algarrobo Costa. Málaga. España.

² Centro de Investigación y Formación Agraria. Cortijo de la Cruz s/n. Churriana. 29140. Málaga. España. Correo electrónico: tropicalesfasip@terra.es

RESUMEN

Tratamientos en pre y posfloración de oxiclورو de cobre, caldo bordelés, silicato potásico y fosfato bicálcico ó de cobre de diciembre a mayo, no redujeron el desarrollo de *Colletotrichum gloeosporoides* en epidermis (C.g.) ni el podrido de pedúnculo (P.P.). Tampoco se redujo en general con inmersiones (a 50-55°C durante 3-5 minutos), duchas (a 60-70°C durante 20 segundos) o calentamiento por infrarrojos, con o sin cepillado previo del fruto. Sólo la inmersión a 50°C durante 3 minutos de frutos cepillados redujo P.P. y C.g. Lamentablemente este tratamiento y todos los restantes con agua caliente ó infrarrojos provocaron daños estéticos por suberificación y (ó) enrojecimiento de lenticelas en más del 70% de las protuberancias de la epidermis. Varios tratamientos cicatrizantes aplicados al pedúnculo del fruto recién arrancado del árbol no redujeron el P.P. ni C.g. Un tratamiento de aire con 30% de CO₂, en flujo continuo a 7°C durante uno a tres días, no redujo el P.P. ni C.g. Con 40% de CO₂ durante 24 horas a 6.5°C se redujo incluso el porcentaje de frutos sanos. La maduración con etileno (20 ppm) a temperatura ambiente disminuyó, significativamente en algunos casos, el porcentaje de frutos sanos. En otros en cambio redujo la incidencia de P.P. La aplicación de vapor de vinagre durante 12 horas a temperatura ambiente disminuyó en algunos casos la incidencia de C.g. y P.P. pero no en otros. El tratamiento repetido del tronco del árbol con fosfito potásico redujo a veces la incidencia de podrido de fruto aunque los resultados no eran consistentes entre parcelas y años. En tres años no se observaron diferencias en P.P. entre frutos recogidos con ó sin pedúnculo.

Palabras Clave: Hass, Harvest, podrido por pedúnculo, *Colletotrichum gloeosporoides*.

INTRODUCCIÓN

La epidermis del fruto del aguacate en España, al igual que ocurre en otros países (Zauberman et al., 1975) es atacada regularmente por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides* (C.g.) (Charles, 2001). Un complejo de hongos, que incluye C.g., es responsable de la pudrición por el extremo peduncular. El objetivo de estos trabajos era estudiar el efecto de tratamientos pre y poscosecha en la prevención y control de estas enfermedades.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tratamientos de campo

Ensayo 1. Los siguientes tratamientos se aplicaron por pulverización, mensualmente de diciembre a mayo, previo a la recogida, a árboles enteros de Hass: caldo bordelés ácido, básico y neutro, oxiclورو de cobre, silicato potásico, silicato potásico + fosfato bicálcico y agua.

Ensayo 2. Los mismos tratamientos se aplicaron por inmersión a frutos individuales del cv. Harvest en los periodos diciembre-febrero y marzo-abril. Para más detalles puede consultarse M.J. García (2000).

Ensayo 3. Se aplicaron, a árboles de Hass, tres tratamientos, uno en prefloración y dos tras el cuajado, de oxiclورو de cobre (70% Cu) a 1.78 g.l⁻¹.

Ensayo 4. Cuatro tratamientos de silicato potásico (24% SiO₂) se aplicaron a árboles de Hass, uno en prefloración, dos en floración y uno tras el cuajado. La concentración aplicada era del 0.5% con Nu-film 17 (0.1%) como mojante y H₃PO₄ (0.11%) hasta pH 5.8 en el caldo. Para más detalle puede consultarse Charles (2001).

Ensayo 5. En dos cosechas se estudiaron frutos de dos parcelas de Hass sobre patrón mejicano que recibían anualmente en filas alternas 2-3 pulverizaciones al tronco de ácido fosforoso-fosfito potásico en el período noviembre-febrero. La parcela de 20 años de edad, a marco de 8x8 m, recibía en cada aplicación 278 cm³.árbol⁻¹ pulverizados al tronco. La de 27 años de edad, a marco de 16 x 8 m, recibía el doble. La solución aplicada tenía 18.4% de H₃PO₃ parcialmente neutralizado hasta pH 6.5 con KOH.

Recogida con o sin pedúnculo. Se compararon frutos recogidos con ó sin pedúnculo en 2000 al final del período de recogida (25 frutos de media en 7 fechas de 22 de mayo a 4 de julio). En 2001 se compararon tres fases del período de recogida (fines de febrero, marzo y mayo, con 112 frutos por fecha y método de recogida). En 2002 se repitió el estudio de fines de marzo (período medio de recogida) con 160 frutos por método.

En frutos recogidos sin pedúnculo se aplicaron a la herida abierta los siguientes productos: talco, 4 tipos de arcillas, bicarbonato sódico, gel de ácido silícico, ajo en polvo, coia de caballo en polvo ó extracto líquido, extracto de própolis, cloruro cálcico ó yeso.

Influencia del rocío. Se compararon en 3 fases de la recogida, febrero, marzo y mayo, los efectos de la presencia de rocío en el podrido. Se recogieron para ello frutos a las 8:30, con rocío, y a las 13 horas sin rocío.

Tratamientos en poscosecha

Calor por inmersión. Cuarenta frutos de Hass por tratamiento se trataron por inmersión en baño termostático a 50, 52.5 ó 55°C durante 3 ó 5 minutos, con ó sin cepillado previo. Tras el tratamiento se mantuvieron a 5°C durante una semana, dejándose después madurar a temperatura ambiente.

Calentamiento por infrarrojos. Cada fruto se colocó sobre rodillos giratorios, a 20 cm bajo una lámpara de 250 w, durante 3, 5 ó 7 minutos. La mitad de ellos eran previamente cepillados. Tras el tratamiento los frutos se almacenaron 11 días a 5°C para madurar después a temperatura ambiente.

Ducha caliente. Cada fruto se sometió a una ducha de caudal 0.6 l.s⁻¹ con agua a 60 ó 70°C durante 20 s. Tras el tratamiento se mantuvieron a 5°C durante 7 días antes de madurar a temperatura ambiente.

Enfriamiento rápido tras la recogida. Se compararon los siguientes manejos tras la cosecha: maduración a temperatura ambiente (26°C aproximadamente), refrigeración ultrarrápida por inmersión en baño a 2.5°C hasta que la temperatura de la semilla alcanzaba los 3°C (este proceso tardaba unos 60 minutos), refrigeración en cámara a 5°C cuatro horas tras la recogida y refrigeración a 5°C veinte horas tras la recogida. Excepto los testigos, todos los frutos se mantuvieron 7 días a 5°C antes de pasar a madurar a temperatura ambiente.

Influencia del etileno en el podrido y el ablandamiento del fruto. Se compararon varios tratamientos de etileno (20 ppm) aplicados durante 24 horas a temperatura ambiente (27°C), en flujo continuo (etileno 20 ppm-O₂ 21%-N₂ resto). Cada lote tenía 48 frutos (6 frutos.árbol⁻¹ x 8 árboles). Se compararon varios manejos del fruto antes y después del tratamiento, así como temperaturas de almacenamiento (tabla 1).

Tratamientos de choque con CO₂. En dos años se estudió el efecto de tratamientos de choque con 30 ó 40 por ciento de CO₂. El 30% CO₂ estaba además compuesto por 21% O₂ y 49% N₂. Con él se ensayaron tratamientos de 24, 48 y 72 horas de duración en flujo continuo a 7°C. Al principio de cada ensayo el aire de la pequeña cámara de tratamiento se renovaba totalmente en 6 h 20 min., considerándose este momento como inicio del tratamiento. A partir de entonces el flujo se reducía para proporcionar una renovación cada 3 h 10 min. El gas con 40% CO₂ tenía además 12.6% O₂ y 47.4% N₂, aplicándose durante 24 h a 6.5°C ó 24°C.

Aplicación de vinagre en líquido o vapor. Se aplicó en frío vinagre de manzana de 5.1^º (porcentaje de ácido acético) cepillando cada fruto con brocha plástica (6 cm de longitud, 1.5 cm de anchura y 0.1 mm de diámetro de cerda) durante 30 segundos. El vapor de vinagre se aplicó durante 12 ó 24 horas. Los volúmenes evaporados fueron 0.5, 2.5, 5 ó 10 cm³ para 25 frutos cerrados en cajas herméticas de 15-19 l de capacidad. La utilización de un pequeño calentador-evaporador y de un ventilador aumentó la temperatura durante el tratamiento a 27.5°C, dos grados por encima de la temperatura ambiente. El aire interior se mantuvo saturado con agua libre. Se compararon dos temperaturas de tratamiento, ambiente (26°C aproximadamente) y 6.5 °C. Asimismo, se compararon frutos cepillados ó no antes del tratamiento.

Influencia del árbol. Para conocer la variabilidad entre árboles, se estudiaron 20 frutos de cada uno de los 45 árboles aparentemente uniformes de una misma parcela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tratamientos de campo. Ninguno de los tratamientos aplicados a árboles enteros de Hass (ensayo 1) o frutos individuales de Harvest (ensayo 2), de diciembre a mayo, redujo el podrido de piel o de pedúnculo (García, 2000). Tampoco se obtuvieron resultados positivos con los tratamientos de oxiclورو de cobre en prefloración y cuajado (ensayo 3) (Charles, 2001) o de silicato potásico en prefloración, floración y cuajado (ensayo 4).

En el primer año estudiado los árboles tratados con fosfito potásico-ácido fosforoso (ensayo 5) mostraron menor incidencia de podrido de frutos, significativa en el caso de frutos totalmente podridos. En el segundo año no se observaron diferencias en podrido de piel o de pedúnculo.

Recogida con ó sin pedúnculo. En la tabla 3 se resumen los resultados de los tres años. Los frutos recogidos con pedúnculo tenían habitualmente ligeramente mayor podrido por pedúnculo y mayor porcentaje de frutos totalmente podridos. Por el contrario tenían mayores porcentajes de frutos totalmente sanos. Analizados conjuntamente los tres años, el tiempo medio de ablandamiento resultó idéntico para ambos métodos de recogida. En la mayoría de las fechas estudiadas las diferencias no eran estadísticamente significativas. Ninguno de los productos aplicados a los frutos recogidos sin pedúnculo redujo consistentemente el podrido por pedúnculo.

Influencia del rocío. La presencia de rocío aumentó el porcentaje de frutos totalmente sanos en las tres fechas estudiadas, pero sólo en una de ellas las diferencias eran estadísticamente significativas. Sólo en febrero el rocío aumentó significativamente el porcentaje de frutos totalmente podridos y podridos por pedúnculo. Las diferencias en marzo y mayo eran poco consistentes.

Tratamientos en poscosecha

Calor por inmersión. Todos los tratamientos causaron suberificación de lenticelas y manchas marrones en piel. Sólo el tratamiento de 50°C/3 minutos con cepillado previo disminuyó el porcentaje de frutos totalmente podridos, aumentando el de totalmente sanos.

Calentamiento por infrarrojos. Todos los tratamientos, aunque en mayor grado los cepillados, indujeron lenticelas rojas en piel, sin afectar al podrido.

Calentamiento por ducha en poscosecha. A 60-70°C se produjeron manchas marrones en piel pero no a 55°C. La incidencia de podrido en piel y pedúnculo aumentó significativamente sólo con el tratamiento a 55°C.

Enfriamiento rápido tras la recogida. No se observaron diferencias entre tratamientos en podrido de piel. El enfriamiento rápido por inmersión a 2.5°C disminuyó la incidencia de podrido de pedúnculo, aumentando la de frutos totalmente podridos aunque no significativamente.

Influencia del etileno en el podrido y el ablandamiento del fruto. El tratamiento con etileno incrementó en varios de los tratamientos el podrido en piel de forma significativa (tabla 2). Los porcentajes más bajos de frutos sanos se registraron cuando, tras el tratamiento con etileno, los frutos se introducían sin demora en la cámara de refrigeración a 6.5 ó 4.5°C. El retraso en la introducción en cámara frigorífica de los frutos testigo durante 48 horas aumentó ligeramente el podrido, aunque las diferencias no eran estadísticamente significativas. Varios tratamientos con etileno redujeron significativamente el podrido por pedúnculo respecto al testigo con introducción inmediata en la cámara frigorífica. Como era de esperar, todos los tratamientos con etileno redujeron significativamente el tiempo de ablandamiento.

Tratamientos de choque con CO₂. En general los efectos de los tratamientos fueron pequeños y poco consistentes a diferencia de los resultados de Prusky et al. (1993). Sólo el 30% CO₂-24 h-7°C redujo significativamente el podrido de pedúnculo. El porcentaje de frutos sanos aumentó sig-

nificativamente sólo con 40% CO₂-24 h-7°C. Ninguno de los tratamientos afectó al porcentaje de frutos totalmente podridos. Las diferencias entre resultados pudieron ser debidas al proceso de infección. Aquí se utilizó la infección natural en campo con formación de apresorio. En cambio Prusky et al. (1993) aplicaron una suspensión de esporas a una herida en piel tras la cosecha.

Aplicación de vinagre en líquido ó vapor. En dos estudios preliminares el cepillado previo con tratamiento durante 12 horas de 2.5 cm³ de vinagre evaporado a temperatura ambiente, redujo significativamente el porcentaje de frutos podridos. Sin embargo estos resultados no se pudieron confirmar en los estudios posteriores más amplios. En ningún caso se obtuvieron resultados positivos cuando se utilizaron mayores ó menores concentraciones, mayores tiempos de aplicación ó aplicaciones en frigorífico (6.5°C). Tampoco el cepillado redujo el podrido.

Influencia del árbol. En la figura 1 se muestra la distribución de frecuencias en el porcentaje de frutos sanos por árbol. Esta amplia variabilidad implica que para mejorar la precisión de los experimentos es recomendable utilizar el árbol como bloque en los estudios en poscosecha. El análisis estadístico de las diferencias (figura 2) indica que el 68 por ciento de las mismas se explican por el peso medio blando del fruto, que probablemente esté altamente correlacionado con la longitud media del brote vegetativo. La relativamente alta correlación entre los porcentajes de frutos sanos y totalmente podridos a nivel árbol (figura 3) puede permitir prescindir de uno de ellos en el análisis de experimentos de poscosecha.

BIBLIOGRAFÍA

CHARLES C 2001. Les maladies de post-recolte de l'avocat (*Persea americana*) cv. Hass en Espagne. Memoir fin d'études. ENSHAP. Angers.

GARCÍA HARO MJ 2000. Control de *Colletotrichum gloeosporoides* y podrido de pedúnculo en aguacate. Ensayo de pre y poscosecha. Trabajo fin de carrera. EUITA. Sevilla.

PRUSKY D, PLUMBIEY RA, KOLIBER I, ZAUBERMAN G & FUCHS Y 1993. The effect of elevated CO₂ levels on the symptom expression of *C. gloeosporoides* on avocado fruit. Plant pathology 42:900-904.

ZAUBERMAN G, SCHIFFMANN-NADEL M, FUCHS Y & YANKO U 1975. La biologie et la pathogénicité des champignons causant les pourritures de l'avocat après récolte. Fruits 30 (7-8):499-502.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible por la colaboración de las Cajas Rurales de Granada y Málaga (hoy Cajamar) y de Air Liquide España.

Figura 1. Variabilidad por árbol en porcentaje de frutos sanos (%)

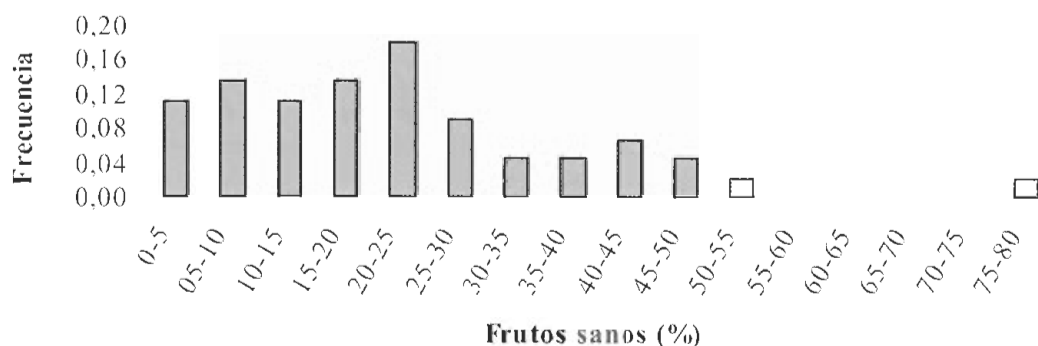


Figura 2. Relación calibre / frutos sanos

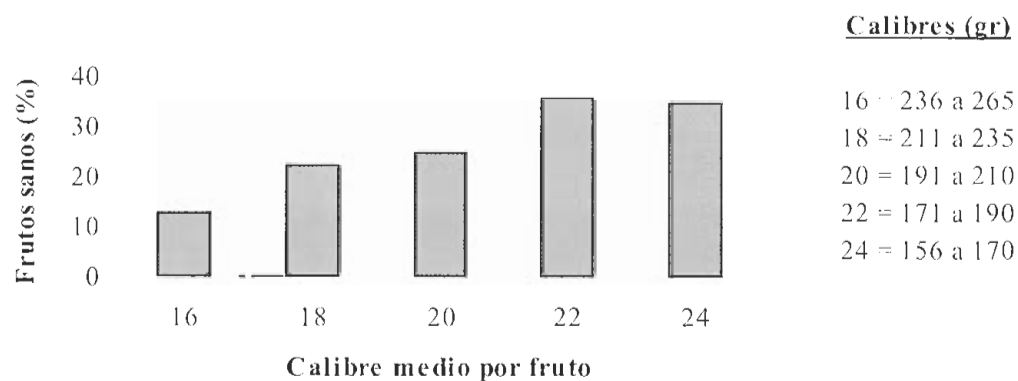


Figura 3. Regresión frutos sanos / totalmente podridos

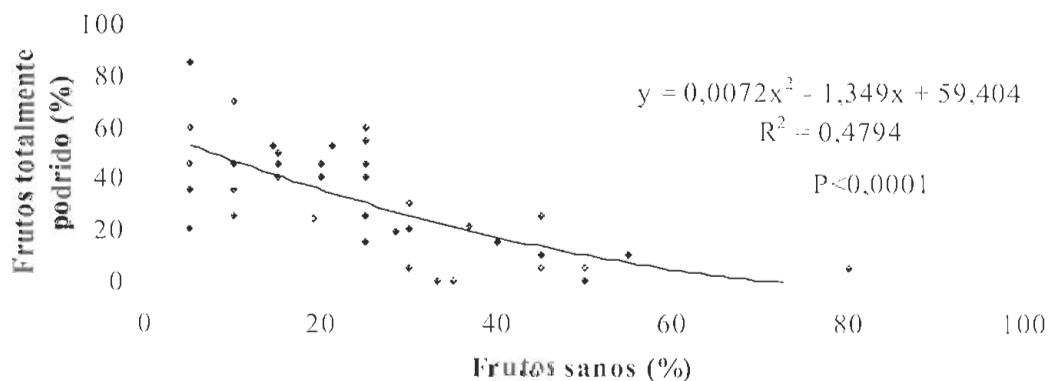


Tabla 1. Tratamientos de etileno

Tratamiento	Antes de tratamiento	C2H4 (24 h)	Después de tratamiento	Conservación frigorífica	
A	18 h-25 °C	si	18 h-25 °C	5 días-6.5°C	Maduración (27°C)
B	24 h-25 °C	si	-	6 días-6.5°C	
C	24 h-25 °C	si	18 h-25 °C	12 días-4.5°C	
D	24 h-25 °C	si	-	12 días-4.5°C	
Testigo1	48 h-25 °C	no	-	6 días-6.5°C	
Testigo2	-	no	-	7 días-6.5°C	

Tabla 2. Influencia del etileno en el podrido y la maduración de frutos (%)

Tratamiento	Sanos	Totalmente podridos	Podridos por pedúnculo	Ablandamiento (días)
A	34.0 abc	11.4 a	17.0 ab	5.6 a
B	22.9 a	22.9 a	22.9 bc	6.2 a
C	31.3 ab	18.8 a	27.1 bc	5.8 a
D	22.9 a	22.9 a	6.2 a	5.7 a
Testigo 1	47.9 bc	18.8 a	33.3 bc	8.4 b
Testigo 2	52.1 c	8.3 a	41.7 c	9.4 c
N.S. %	95	N.S.	95	95

Tabla 3. Recogida con ó sin pedúnculo

Pedúnculo	Podrido por pedúnculo (%)			Media 2000/2001/2002		
	2000 22/5-4/7	2001 feb-may	2002 marzo	Totalmente podridos(%)	Sanos (%)	Ablandamiento (días)
Con	28.9	6.8	5.1	17.8	37.4	14.6
Sin	19.3	5.4	3.0	15.7	32.9	14.6
N.S. (%)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

ONLINE NON-DESTRUCTIVE AVOCADO FIRMNESS ASSESSMENT BASED ON LOW-MASS IMPACT TECHNIQUE

M. S. Howarth¹, I. Shmulevich², C. Raithatha¹ and Yasmin Ioannides³

¹ *Sinclair International Ltd., Jarrold Way, Bowthorpe, Norwich, Norfolk NR5 9JD, UK. E-mail: mshowarth@sinclair-intl.com.*

² *Dept. of Agricultural Engineering, Technion - Israel Institute of Technology, Haifa, Israel. E-mail: agshmilo@tx.technion.ac.il.*

³ *Institute of Food Research, Colney Lane, Norwich, Norfolk NR4 7UA, UK. E-mail: Yasmin.Ioannides@BBSRC.AC.UK*

SUMMARY

An online system to sort fruit according to its firmness was evaluated for avocado ("Hass" cultivar). The system was produced by Sinclair International (SIQ-FT) based on measuring non-destructively fruits' firmness using low-mass impact method. Sensory panel, parallel-plate compression, 8 mm fruit-pressure plunger and cone penetration tests followed the online non-destructive tests, testing at 5 fruit/second. The correlation between the SIQ-FT and the sensory panel and modulus of elasticity were high ($R=0.866$ and $R=0.902$ respectively). The findings demonstrated the potential of the SIQ-FT system to assess avocado quality non-destructively.

Key Words: Non-destructive, impact, Hass, firmness, avocado, quality.

INTRODUCTION

Fruits and vegetables in today's modern market must have high quality standards. Fruit texture and firmness are qualitative terms to describe internal fruit quality. Hence, fast sorting of each individual fruit and vegetable according to firmness is very important. Dynamic excitation is an acceptable method in the determination of mechanical properties for quality evaluation of fresh products. The rapid technology development opened new possibilities for non-destructive dynamic testing of agricultural products. Low-mass impact techniques sense the objects response by measuring the input signal, their analysis is simple and fast for determining local fruit properties.

The low-mass impact technique commonly used by tapping and sensing the fruit with a medium or small mass impact device. Delwiche and Sarig (1991) developed a firmness sensor of 63 g to impact the fruit. The acceleration of the mass gave a measure of the impact force, which produces the impact parameters C_1 and C_2 . The first impact index was defined as $C_1 = F_p / T_p$ and the second $C_2 = F_p / T_p^2$, where F_p is the maximum force and T_p is the time from the beginning of impact until its maximum. Results indicated that these firmness indexes were sensitive to measure fruits on a wide firmness range, it was proven to be appropriate index for some fruit types. These parameters were normalized by the dropping height - h . The correlation obtained between the index C_2/h and standard compression tests were higher for peaches ($R = 0.80$), lower for pears ($R = 0.68$) and very low for Red Delicious apples ($R = 0.53$). Similar results were obtained by Ruiz-Altisent et al. (1993) using the index C_2 for pears, avocados and apples. Chen and Tjan (1996, 1998) introduced a new mechanical system for low-mass impact based on a swing-arm sensor. They reported good performance of the system when testing rubber balls, kiwifruit and peaches. Preliminary tests showed that the sensor could sense fruit firmness at a speed of 5 fruits / s. Ortiz-Canavate et al. (2001) adapted a modified version of the low-mass impact method for an experimental fruit packing line with an operation speed of 5 to 7 fruits / s. Golden Delicious apples and several peach varieties were tested dynamically by the system and by destructive compression and MT penetration tests. The correlation coefficients between the impact parameter C_1 , when compared with force/deformation slope and MT penetration force, was quite high in peaches (0.93 and 0.87, respectively) but much lower in Golden Delicious apples (0.74 and 0.43, respectively). The authors reported that values obtained by the impact tests were very sensitive to variations in fruit form, impact location and angle. This work was repeated and extended by Homer et al. (2002) with similar results. Medium to high correlation coefficients were obtained between the impact parameters F_p , C_1 , etc. and the destructive tests of nectarines and peaches; much lower correlation coefficients of 0.55 to 0.64 were obtained for Starking Delicious apples. It was observed that better performance was achieved for softer fruits. The studies reported a series of difficulties associated with the swing-arm sensor and its high sensitivity to variations in fruit position and their orientation in the conveying system.

According to the cited literature the impact techniques have given good results in the firmness evaluation of peaches, pears, apples and some tropical fruits. As mentioned by various authors, local variations in texture around the surface of fruit limit the accuracy of firmness prediction by impact testing. This is an inherent disadvantage of the method since the impact force is naturally a measure of local properties in the impact zone, rather than overall properties of the intact fruit. The research developing a low mass impact tester has been brought recently to online firmness sorting systems.

Greefa Ltd. introduced an on-line non-destructive firmness detection system (Armstrong, 2001). The so-called intelligent Firmness Detector (iFD) is placed on a singulator. Firmness measurements are done via a sensor that travels with the fruit as it rotates on a singulator. According to Armstrong (2001), there are 30 sensors along each line. The sensors go round in a loop above the fruit. One sensor will drop down and attach itself to a fruit moving at the same speed as the belt speed while it takes its readings. During the sorting process, a firmness sensor takes 9 to 20 measurements around the fruit. The system currently operates at speeds of 5-7 fruit / s depending on the fruit. According to the company the patented firmness detection system has been successfully applied in practice, for apples, avocados, mangoes, peaches and kiwifruit. Unfortunately, no quantitative data that compares the online systems performance to destructive or sensory tests are yet reported. Sinclair International Ltd. has developed the Sinclair IQ™ – Firmness Tester (SIQ-FT) that is based on a low-mass impact sensor (Howarth 2002). This online system measures firmness using a sensing element on the tip of a bellows. SIQ-FT takes advantage of Sinclair's patented bellows delivery system, which is also used in fruit labelling and can be simply adapted to existing

sorting lines. Medium to high correlation coefficients were obtained with penetration tests for nectarines (0.85 to 0.95), plums (0.80), avocados (0.81 to 0.84) and kiwifruit (0.83 to 0.92). The SIQ-FT online system currently operates at speeds up to 10 fruit per second and makes four independent measurements on 4 different quadrants around the fruit surface that are combined to estimate the fruit firmness. The motivation of the current work was to evaluate the performance of the online SIQ-FT system to correlate to sensory judgment of firmness as well as to mechanical destructive method used presently by researchers and industry.

METHOD AND MATERIALS

The experiment included 175 avocados ("Hass" cultivar) with a wide firmness range including a significant amount of 'hard' which were collected from a local avocado supplier. The fruits origin was Spain. All of the avocados were of approximately the same size (22), the mass ranged from 157 to 220 g (Average 186 g Standard Deviation 13 g). During the tests the fruit were kept in laboratory conditions of about 20°C and 50% relative humidity.

The experimental set-up included online non-destructive systems designed to detect firmness by measuring the fruit response by a low-mass impact. The system included:

Four Sinclair IQ™ Firmness Tester (SIQ-FT) units mounted in series on a one lane sorting system by Compac™ is the online firmness sorting system (Fig. 1). The SIQ-FT is based on a sensing element placed inside the tip of Sinclair's bellow expander, which measures the impact response of the fruit (Howarth 2002). The fruits are rotated anti-clockwise by the carrier system and completed approximately a 3/4 turn while passing under the SIQ-FT. A special data acquisition and signal analysis program (by Sinclair) was employed to determine the IQ (Shmulevich et al. 2003). The air pressure set-up of the machine was 15 cm H₂O and the sensor height above the fruit was 15 to 35 mm for most fruits, depending on fruit size. The fruits were tested three times with the SIQ-FT system before and after the sensory panel test at a rate of 5 fruits / s to assess how the system compared to the sensory panel.

Prior to the test a panel of three staff were chosen. The panel attended an informal training session in which they were introduced to the score sheet, testing procedure and were given reference samples to squeeze. An avocado receiving an IQ score of 10 or less was soft - 'not firm', and an avocado receiving an IQ score of 70 or more was 'very firm'.

In addition, a TA.XT Plus Texture Analyser-Universal Testing Machine performed parallel plates compression test in order to determine the apparent elastic modulus (E) of the fruits according to the ASAE 368.3 standard. The maximum displacement was 5 mm. The test was conducted at a constant head velocity of 50 mm/min. Only one compression test was carried out on each fruit. Measurements of the radii of curvature were taken near the loading points.

The strength of the fruit tissue was determined by three destructive means: a 60° conical indenter plunger, with a maximum diameter of 6.35 mm, was used to penetrate through the flesh, 10 mm into the tissue, the maximum force was recorded. Two penetrations on 2 different sides of the fruit were performed. An 8 mm diameter cylindrical fruit-pressure plunger, usually used in industry, was used after peeling the fruit skin, to penetrate 8 mm into the fruit. Two penetrations close to the cone penetrations location were performed by using the loading machine (MT) as well as 4 penetrations around the fruit by hand penetrometer using a drill stand. (Pen).

RESULTS AND DISCUSSION

A typical signal for various firmness fruits is given in Fig. 2. The firm avocado will give a higher peak amplitude and lower time duration comparing to the less firm fruit. It was thought that during squeezing by panellists, the avocados would be softened. The IQ value of the avocados before and after squeezing were compared using a paired t-test. There was no significant difference between the groups at 95% confidence and the means differed by 1 IQ unit.

In general, PCA (Principal component analysis) between all the measurement techniques show that all techniques measured a similar attribute of firmness, with slight differences between elastic properties and yield properties. The data obtained from the SIQ-FT non-destructive system was correlated to the destructive methods using Pearson linear correlation. The results presented in Table 1 and the values are significant at the 0.05 level. Very high correlation was observed between the two destructive methods E and MT ($R=0.935$). The impact method correlates highly to the destructive elasticity modulus, sensory panellists and cone penetration ($R=0.902$, 0.866 and 0.828 respectively) than to the MT ($R=0.666$). The relationship between the SIQ-FT and the destructive tests is not linear and changes during the ripening process as demonstrated in Figures 3 and 4. Better relationships can be found between the modulus of elasticity, the sensory panel and SIQ-FT Firmness tests.

CONCLUSIONS

The general conclusions can be drawn from the study as following:

- In this study, the SIQ-FT correlated strongly to elastic modulus and a sensory panels judgement of firmness.
- Poor correlation found between SIQ-FT and the 8 mm diameter fruit-pressure plunger commonly use in industry, which is a yield texture measurement.
- The SIQ-FT relationship to panel judged external firmness shows that SIQ-FT can be used as efficiently as sorting avocados by hand in a pack-house environment.
- There is further need to investigate the higher end of the IQ scale for avocados investigate the high scattering of data in this region.
- Invetsigating different avocado varieties and grading fruit at a faster rate is recommended.

Acknowledgements

The authors would like to thank Dr. A. Smith from the Institute of Food Research in Norwich, UK for loaning equipment, and Mr. Ian Harrison and Mr. Mark for helping to carry out this research.

REFERENCES

- ARMSTRONG H 2001. Non-destructive on-line firmness test. Fruit&Veg. Tec. Vol. 1 nr. 2. /www.HortiWorld.nl.
- CHEN P, TJAN Y 1996. A low-mass impact sensor for high-speed firmness sensing of fruits. Paper 96F-003. Presented at AgEng96, Madrid, Spain. Sept. 22-26.
- DELWICHE MJ, SARIG Y 1991. A Probe Impact Sensor for Fruit Texture Measurement. Trans. of the ASAE. 34(1):187-192.
- HOMER I, ORTIZ-CANAVATE J, MOREDA G, MORABITO S, RUIZ-ALTISENT M 2002. Evaluation of non-destructive impact sensor on-line for determination of firmness of peaches and apples. Paper 02-PH-026, AgEng – Inter. Conf. on Agric. Engin., Budapest, 30 June – 4 July, 8 p.
- HOWARTH MS 2002. Sinclair IQ firmness tester. Paper Number 02-IE-006, AgEng – Inter. Conf. on Agric. Engin., Budapest, 30 June – 4 July, 8 p.
- ORTIZ-CANAVATE J, HOMER I, GARCIA-RAMOS FJ, RUIZ-ALTISENT M 2001. Determination of firmness in fruit packing line using a non-destructive impact sensor. In: Fruits, Nuts, and Vegetable Production Engineering, pp. 457- 462.
- RUIZ-ALTISENT M, JAREN C, CORREA P 1993. Fruit quality sensing: post harvest ripeness. In: Fruits, Nuts, and Vegetable Production Engineering, March 22-26, Valencia – Zaragoza (Spain), Vol. 2, 211-222.
- SHMULEVICH I, GALILI N, HOWARTH MS 2003. Nondestructive dynamic testing of apples for firmness evaluation. Postharvest Biology and Technology In print.

Table 1: Pearson linear correlation between the destructive and non-destructive tested avocados

	MT	Cone	E	Pen	Panel	IQ
MT	1	0.935	0.809	0.854	0.591	0.666
Cone		1	0.918	0.920	0.724	0.828
E			1	0.886	0.801	0.902
Pen				1	0.703	0.785
Panel					1	0.866
IQ						1

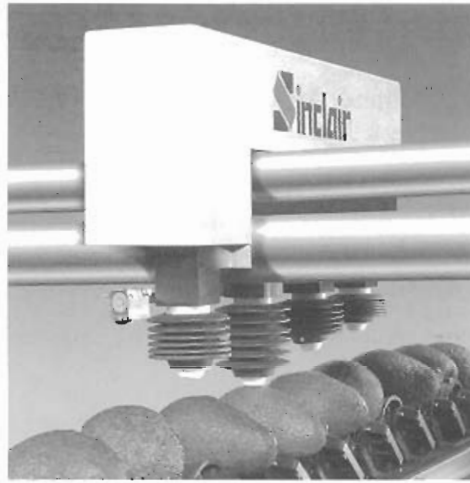


Figure 1: The online SIQ-FT sorting firmness system.

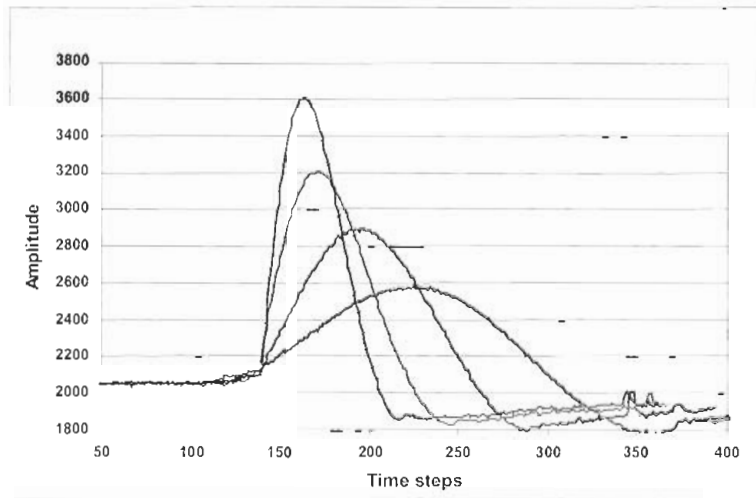


Figure 2: Typical signal from the SIQ-FT device.

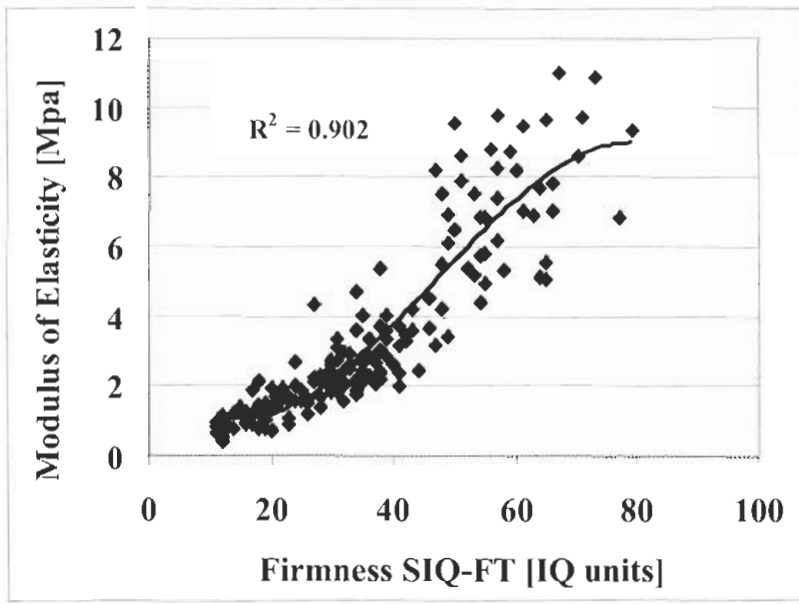


Figure 3: Online firmness measurements by SIQ-FT system vs. Modulus of Elasticity from Parallel Plate tests for 175 "Hass" Avocados.

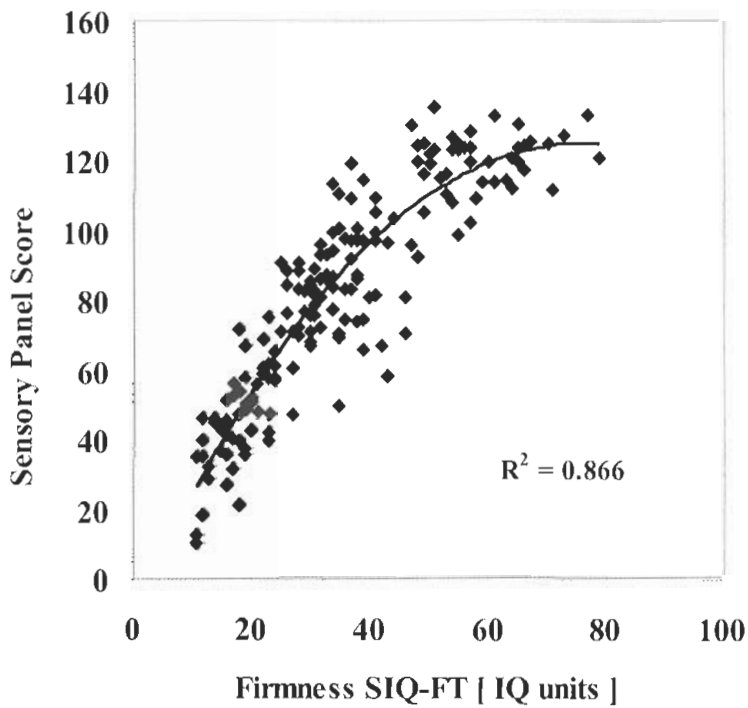


Figure 4: Online firmness measurements by SIQ-FT system vs. Sensory panel for 175 "Hass" Avocados.

COMPARISON BETWEEN ACOUSTIC RESPONSE AND LOW MASS IMPACT MEASUREMENT TECHNIQUES TO ASSESS AVOCADO FIRMNESS

I. Shmulevich¹, M. S. Howarth² and Y. Ioannides³.

¹ Dept. of Agricultural Engineering, Technion - Israel Institute of Technology, Haifa, Israel.

E-mail: agshmilo@tx.technion.ac.il

² Sinclair International Ltd., Jarrold Way, Bowthorpe, Norwich, Norfolk NR5 9JD, UK. E-mail: mshowarth@sinclair-intl.com

³ Institute of Food Research, Colney Lane, Norwich, Norfolk NR4 7UA, UK. E-mail: Yasmin.ioannides@BBSRC.AC.UK

SUMMARY

Two non-destructive dynamic test methods, low-mass impact and acoustic response, were tested and compared with destructive compression and penetration tests to evaluate avocado ("Fuerte" cultivar) firmness. The purpose of the study was to analyse the performance of the impact test methods for non-destructive firmness evaluation. A bench top low-mass impact firmness tester produced by Sinclair International (SIQ-FT) was used to perform the impact tests, and a piezoelectric-film transducer was applied in the acoustic tests. The Sinclair internal quality index (IQ) and a firmness index (FI) were calculated from the output signals. The non-destructive tests were followed by parallel-plate compression and cone penetration tests. The SIQ-FT can capably detect the ripening stages of avocados. The correlation between the destructive tests was high ($R=0.943$) as was that between the low-mass impact firmness (SIQ-FT) and modulus of elasticity and cone penetration ($R=0.953$ and $R=0.955$, respectively). The correlations of the acoustic technique (FI) to the elastic modulus and cone penetration, were lower ($R=0.68$ and $R=0.695$, respectively). The findings demonstrated the advantage of measuring non-spherical fruit by a low-mass impact technique compared to the acoustic technique, and the potential of using the SIQ-FT to assess fruit quality non-destructively.

Key Words: non-destructive, impact, acoustic, firmness, avocado, quality.

INTRODUCTION

Fruits and vegetables need to be high quality in today's trade market. Each fruit needs to be graded for quality, and be ripe and ready to meet marketing and advertising standards. Fruit needs to be sorted not only by weight and colour, but also for texture. Texture is one of several qualitative terms used to describe fruit quality and is most important for sensitive fruits, like avocados, whose shelf life is very limited after reaching a certain level or stage of ripening. Developing a reliable testing method that will measure each individual fruit will enable suppliers, distributors and repackers to optimize fruit treatment, storage and shipment management to reduce processing cost and minimize fruit loss and wastage.

Destructive measurements of fruit flesh penetration, after removing the skin, using an 8 mm diameter cylinder is known as the Magness-Taylor (MT) test, is often used in industry to evaluate texture quality in fruit such as apples, pears, stonefruit and avocado. Some fruits and vegetables, especially those that have a short shelf life such as avocados, do not yet have a standard method for evaluating their internal properties. Some avocado industries adopted the destructive test (MT), which is very time consuming and increases loss of fruit and measures the statistical average and not each individual fruit. Therefore, a continuous effort is being made by the scientific community to develop new nondestructive methods for fast texture evaluation of each individual fruit.

After a mechanical impulse, the analysis of the acoustic response produced in the frequency domain can yield the properties, such as firmness, of the whole fruit. Low-mass impact analysis in the time domain is another method for determination of fruit properties. The motivation of the present work is to compare two fast nondestructive methods for firmness testing of avocados.

Quality Detection by Impact Force

Numerous researchers have reported on the evaluation of fruit firmness using impact techniques. These techniques include dropping the fruit on a transducer (DeBaerdemaeker et al., 1982; Delwiche, 1987) and using low-mass devices to apply impact on the fruit (Chen and Tjan, 1998; Delwiche and Sarig, 1991). Recently, Sinclair International Ltd. modified their fruit labelling bellow machine so that it can measure firmness using a sensing element on the tip of the bellow. The sensor measures the fruit response to low impact using a force transducer. The firmness is determined by an index extracted from the force-deformation impact curve over a period of time (Shmulevich et al. 2003). In general, the researchers reported good correlation between the impact indices and the results from common destructive tests (MT and compression) in apples. The advantages of the impact method are its non-destructive nature, simplicity and speed. The main disadvantage of this technique is that it measures a local phenomenon. This disadvantage can be overcome by measuring the fruit in different locations.

Quality Detection by Acoustic Techniques

An alternative method for evaluating texture quality via frequency response was suggested by Yamamoto et al. (1980). In several studies the acoustic emission was sensed by using a microphone, an accelerometer or by flexible piezoelectric sensors, and the signal was analysed using a fast fourier transform (FFT) algorithm to extract the fruit's resonant frequencies. Shmulevich et al. (1996), Galili et al. (1998), and Galili and DeBaerdemaeker (1996) used a similar approach.

The acoustic response in several fruits, such as mango, melon, avocado and apple, was examined by several groups of researchers and yielded good results for firmness and ripening prediction.

However, the limitation of this method is the need to orient the fruit and the sensitivity of the measurements to the fruit shape.

The general objective of this research is to compare two non-destructive sensing techniques for firmness measurement, by demonstrating their performance in testing avocados ("Fuerte" cultivar).

METHOD AND MATERIALS

The experiment included 150 avocados ("Fuerte" cultivar) which were brought from the orchard fields and kept in laboratory conditions of about 24 °C and 50% relative humidity. The avocados were measured over 7 days. The destructive tests included 10 fruits every day. The two non-destructive tests were performed daily. Also, the weight, axial length, maximum diameter and radii of curvature of each fruit were measured as well (Table 1).

The experimental set-up included two non-destructive systems that were designed to detect firmness by measuring the fruit response to low-mass impact and by using an acoustic techniques. Testing included:

1. A Sinclair IQTM - Firmness Tester (SIQ-FT), which was used for impact measurements (Fig. 1). The SIQ-FT is based on a sensing element held inside the tip of the Sinclair bellow expander which measures the impact response of the fruit. A special data acquisition and signal analysis program (by Sinclair) was employed to determine the IQ (Shmulevich et al., 2003). The air pressure setup of the machine was 15 cm H₂O, and the sensor height above the fruit was 15 to 35 mm for most fruits, depending on fruit size. Typical input signals in the time domain of the Low-Mass Impact system by Sinclair for different fruit conditions are shown in Fig. 2.

2. The Piezoelectric-film sensor system FirmalonTM by Eshet Eilon Ltd. (Fig. 3) was used to measure the fruits' acoustic response. The system includes a force transducer to detect the fruits' mass, a fruit-bed equipped with a piezoelectric sensor bonded to soft polyethylene-foam padding (which enables free vibrations of the fruit), and an electro-mechanical impulse hammer. A data acquisition computer program (Test-PointTM) was used to control the test operations, to select the resonant frequencies and to calculate the acoustic parameters of the fruit. The Acoustic Firmness Index (FI) was calculated by using the term $(F_1^2 m^{2/3})/10^6$, where F_1 = the natural frequency and m = fruit mass. The average of four tests per fruit was calculated. A typical signal in the time and frequency domains is shown in Fig. 4.

In addition, an InstronTM 4204-Universal Testing Machine performed a parallel plates compression test in order to determine the apparent elastic modulus (E) of the fruits according to the ASAE 368.3 standard. The maximum displacement was 5 mm in all tests. The test was conducted at constant head velocity of 50 mm/min. Two compression tests were carried out in perpendicular directions. Radii of curvature were measured near the loading points. The force deformation curve was analysed. The average of two tests per fruit were calculated and compared with the other tests.

The strength of the fruit tissue was determined by means of a 60° conical indenter plunger, 6.35 mm at maximum diameter. The maximum force (MTC) required to penetrate 10 mm into the tissue through the fruit peel was recorded. Two penetrations on 2 different sides of the fruit were performed.

RESULTS AND DISCUSSION

The data obtained from the three non-destructive systems was correlated to the destructive methods using the Pearson linear correlation. The results are presented in Table 2 and the values are significant at the 0.05 level.

The 150 avocados mass ranged from 168 to 459 g. The test period lasted 7 days at room conditions. A very high correlation was observed between the two destructive methods E and MTC ($R=0.943$). The impact method correlates much better to the destructive elasticity modulus and to the cone penetration ($R=0.953$ and 0.955 , respectively) than the acoustic system ($R=0.689$ and $R=0.695$, respectively). These findings can be explained by the high sensitivity of the acoustic method to fruit shape. In our case the ratio between the fruits axial length to maximum diameter ranged between 1.75 and 2.00 while the theory assumes spheres objects. The relationship between the SIQ-FT and the destructive tests is not linear and changing during the ripening process as demonstrated in Figures 5 and 6. The "S" shape curve is typical to the ripening process. It will be easy to select boundaries for grading avocados into different grades of firmness quality, e.g., hard, soft and medium. Notice that the medium range is spread over 30 IQ units, this will allow segregating fruit to additional levels of firmness. The results demonstrated that the low-mass impact technique can optimize processing and supply management decisions which may reduce fruit losses and control quality by supplying uniform fruit.

CONCLUSIONS

Two non-destructive systems for assessing fruit texture were used to measure avocado firmness. Quality indices were obtained from the output signals of each system and compared to destructive tests. The main conclusions from this research can be summarized as follows:

The elastic modulus, which is the physical measurement of firmness, correlated very well with the IQ index for avocados ($R = 0.953$) but less with the acoustic firmness index FI ($R=0.689$). The SIQ-FT can detect the firmness stage of avocados if compared to destructive as well as non-destructive tests.

Acknowledgments

The research was partially supported by the Fund for Promotion of Research of the Technion Research Foundation Ltd. The authors would like to thank the Technion and Sinclair International Ltd. for their support and Mr. Valery Zadoenko for helping to carry out this research.

REFERENCES

- CHEN P, TJAN Y 1998. A Real-time Impact Sensing System for On-Line Firmness Sensing of Fruits. AgEng'98 Paper No. 98-F-006. Presented at AgEng Oslo 98, Conference on Agricultural Engineering, Oslo, Norway, August 24-27.
- DE BAERDEMAEKER J, LEMAITRE L, MEIRE R 1982. Quality Detection by Frequency Spectrum Analysis of the Fruit Impact Force. *Trans. of the ASAE* 25(1):175-178.
- DELWICHE MJ 1987. Theory of Fruit Firmness Sorting by Impact Forces. *Trans. of the ASAE* 30(4):1160-1166, 1171.
- DELWICHE, MJ, SARIG Y 1991. A Probe Impact Sensor for Fruit Texture Measurement. *Trans. of the ASAE*. 34(1):187-192.
- DELWICHE MJ, TANG S, MEHLSCHAU JJ 1989. An Impact Force Response Fruit Impact Sorter. *Trans. of the ASAE* 32(1):321-326.
- GALILI N, DE BAERDEMAEKER. 1996. Performance of Acoustic Test Methods for Quality Evaluation of Agricultural Products. In Proc. ISMA21-Int. Conference on Noise and Vibration Engineering, Leuven, Belgium, Sept. 18-20. Published by Katholieke Universiteit Leuven - Dept. of Werktuigkunde, Heverlee, Belgium. Vol. 3:1959-1972.
- GALILI N, SHMULEVICH I, BENICHOU N 1998. Acoustic Testing of Avocado for Fruit Ripeness Evaluation. *Trans. of the ASAE*. Vol. 41(2):399-407.
- SHMULEVICH I, GALILI N, AND ROSENFELD D 1996. Detection of Fruit Firmness by Frequency Analysis. *Trans. of the ASAE*, Vol. 39(3):1047-1055.
- SHMULEVICH I, GALILI N, HOWARTH MS 2003. Nondestructive Dynamic Testing of Apples for Firmness Evaluation. *Postharvest Biology and Technology*. In print.
- YAMAMOTO H, IWAMOTO M, HAGINUMA S 1980. Acoustic Impulse Response Method for Measuring Natural Frequency of Intact Fruits and Preliminary Applications to Internal Quality Evaluation of Apples and Watermelons. *J. of Texture Studies* 11:117-136.

Table 1: Mass and dimensions of the avocados tested.

	Weight (g)	AL (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)
Max	459.2	160.0	77.7	78.1
Min	167.8	102.2	57.9	58.4
Average	283.0	131.3	66.3	66.6
S.D.	46.89	10.81	3.95	3.83

Table 2: Pearson linear correlation between the destructive and non-destructive tests on avocados.

	FI	IQ	E	MTC
FI	1	0.714	0.689	0.695
IQ		1	0.953	0.955
E			1	0.943
MTC				1



Figure 1: The Sinclair IQ™-FT low-impact testing apparatus.

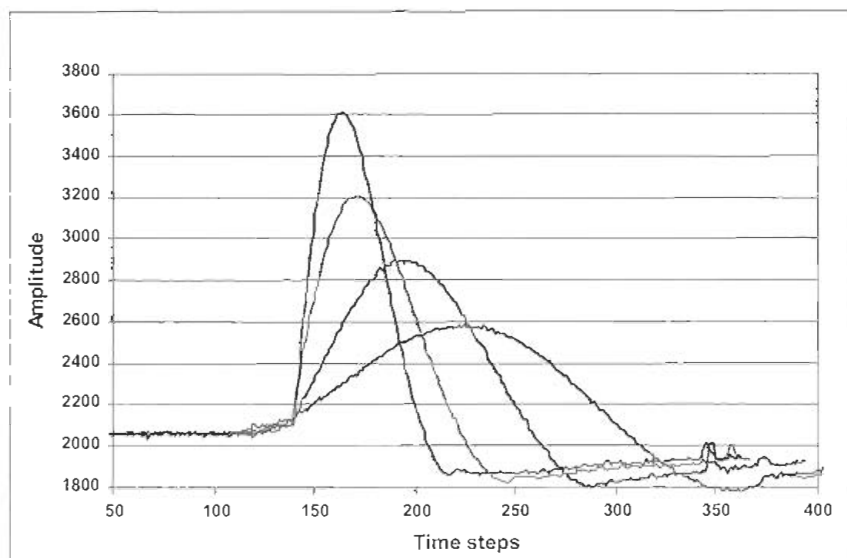


Figure 2: Typical input signals in time domain of the Low-Mass Impact system by Sinclair for different fruit conditions.



Figure 3: The Technion acoustic test apparatus "Firmalon".

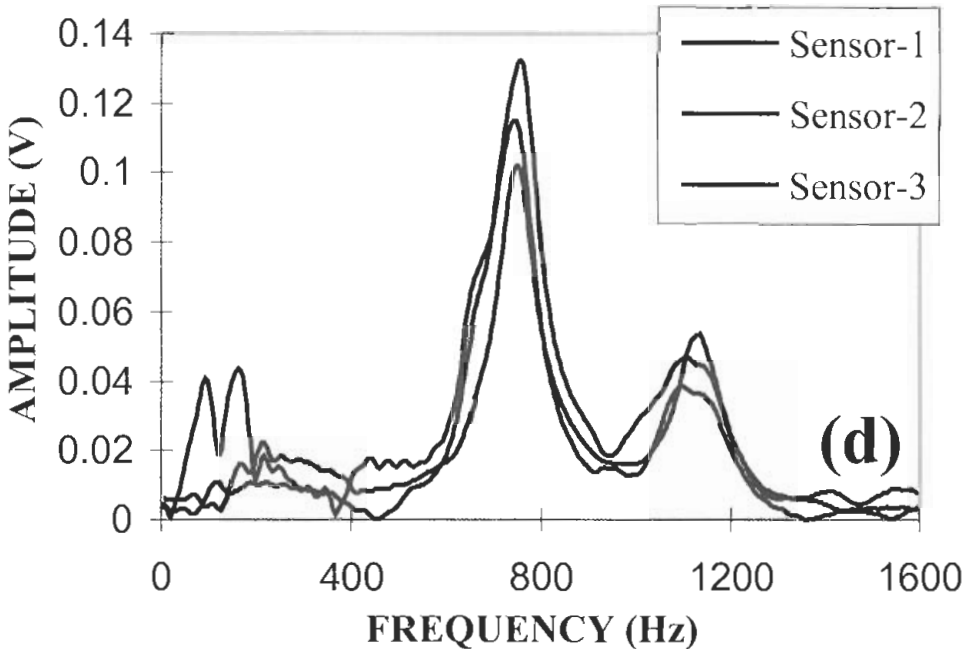


Figure 4: A typical acoustic signal in the frequency domain.

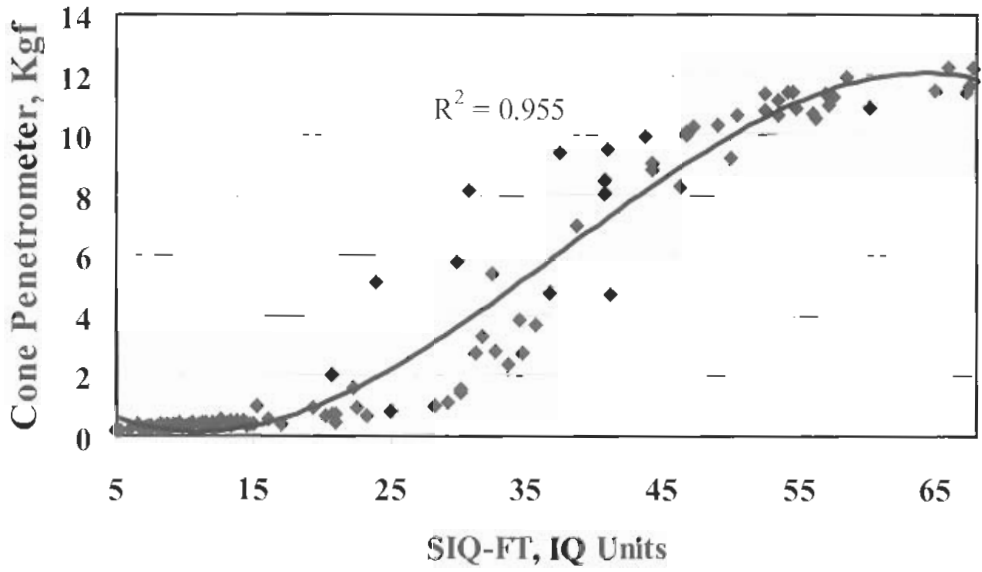


Figure 5: Firmness measured by SIQ-FT in IQ units vs. Cone Penetration measurements in Kgf for 150 Fuerte avocados.

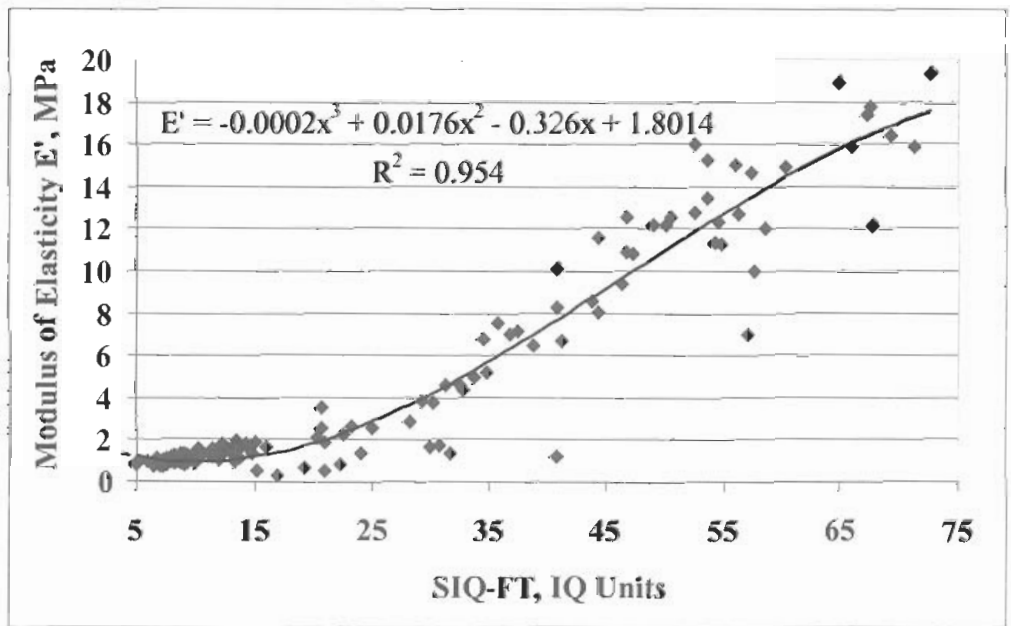


Figure 6: Firmness measured by SIQ-FT in IQ units vs. Modulus of Elasticity in MPa for 150 Fuerte avocados

DIAGNOSIS OF MECHANICAL INJURIES IN AVOCADOS BY MAGNETIC RESONANCE IMAGING

J. Sanches¹, C. I. Biscegli², J. F. Durigan¹, M. L. Simões² and W. T. L. da Silva²

¹Dept. Tecnologia, UNESP-FCAV, Campus de Jaboticabal. Via de acesso Professor Paulo Donato Castellane, km 5, 14884-900. Jaboticabal, SP. Brazil. E-mail: jsanches@fcav.unesp.br

²Laboratório de Ressonância Magnética. EMBRAPA - Instrumentação Agropecuária. Caixa Postal 741, 13560-970 São Carlos, SP. Brazil. E-mail: clovis@cnpdia.embrapa.br

SUMMARY

It was aimed at to determine the potential of magnetic resonance imaging use, as non-destructive method, to evaluate the effects of the mechanical injuries in avocados. Matures fruits were used, of 'Quintal' cultivating, and the injuries were submitted by two impacts, in opposed sides of the fruit provoked by free fall from 2.00 m. In the compression injury, they were submitted by a weight of 117.6 N, for 24 hours and in the cut injury, they received four longitudinal lesions in opposed sides, with 40.0 length mm and 4.0 depth mm. The injured fruits were stored under atmosphere conditions (22 ± 2 °C and 50% UR) and analyzed in magnetic resonance imaging Varian Inova of 2 Tesla, every 5 days, being obtained symmetrical imaging starting from the center of the fruit. The tomography of magnetic resonance was shown as an effective tool in the detection of internal injuries in avocado fruits. The fruits submitted to the injuries by compression and impact didn't show external lesions, but the images indicated the occurrence of the internal lesions and the evolution of the same ones during the ripening. For impact, the fruits also presented cracks in the pulp adjacent to the pit, which they were filled out by vegetable tissue in 6 days of storage. The cut injury provoked superficial deformations, whose internal effects were also shown in the imaging's, which presented a cicatrisation process during the storage period.

Key Words: *Persea americana*, postharvest, mechanical injuries, magnetic resonance imaging.

INTRODUCTION

Now, the production of fruits with high quality aiming at to assist markets every time demanding has been the tonic of the Brazilian horticulture. That is due to the export possibility and the cultural changes in the alimentary habits of the Brazilian, especially, in the middle class and high average populations (Souza, 2001).

For these demands to be appropriately satisfied, the fruits should be appraised individually through techniques safe, fast and non-destructive as for their physical attributes (Thomas et al., 1995; Clark et al., 1997).

The Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) it is a safe and capable method of supplying information on the chemical and physical state of the materials, as well as about the physiologic state and the metabolic conditions of biological systems, without any extraction or destruction of the sample (Bottomley, 1982; Clark et al., 1997).

The fundamental condition to analyze some material for MRS is the presence of nuclei with magnetic moment. In the case of fruits, the most suitable nucleus is the hydrogen, which results in high value in the relationship signal /noise due to abundance and, consequently, it allows the obtaining of spectra and images relatively in times short. The mobility and the concentration of those nuclei of hydrogen vary with the metabolic processes and the maturation of the fruits and the concentration of the same ones can be associated with their qualitative attributes, as the occurrence of mechanical injuries (Chen et al., 1996).

Being considered that the parameters of the magnetic resonance of the water in foods are dependent of their cellular architecture, the changes that they affect this structure can be detected through the tomography by magnetic resonance with the formation of images (Magnetic Resonance Imaging, MRI) (Nascimento et al., 1999; Biscegli et al., 2000).

Preliminary studies, accomplished by Chen et al. (1989), they indicate MRI as powerful tool to supply information on the internal structure of whole fruits, allowing the determination of the maturation stadium and of the occurrence of mechanical injuries, dehydrated areas, damages for larvae and internal softening. Many authors have been using this tool as non-destructive method, to evaluate the quality of fresh fruits (Hall et al., 1998; Zion, et al., 1995; Gonzales et al., 2001, Mattiuz et al, 2002).

Darkened areas were detected, through MRI, in apples 'Braeburn' during the storage in atmosphere controlled under high concentrations of CO₂ (Clark & Burmeister, 1999). That technique also allowed the detection of internal disturbances in pears (Wang & Wang, 1989), internal browning in apples (Wang et al., 1988; Gonzalez et al., 2001), textural characteristics in nectarines (Sonego et al., 1995), changes in the texture in melons (Hall et al., 1998) and mechanical injuries in guavas (Mattiuz et al, 2002).

This work aimed at to determine the potential of the use of the tomography of magnetic resonance, through the software of processing of images SIARCS", as non-destructive method, to evaluate the effects of the mechanical injuries in 'Quintal' avocados.

MATERIAL AND METHODS

Avocado tree fruits were used of cultivating 'Quintal', that immediately after the crop they were transported carefully to the Laboratory of Technology of FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP, Brazil. The fruits were picked at the mature stadium, in other words, in the commercialization point. After immersion in cold water (15 °C) chlorinated (150 mg of $\text{Cl}_2 \cdot \text{L}^{-1}$), for five minutes, and rest for 1 hour, the fruits were submitted to the mechanical injuries.

Besides the fruits that didn't suffer any lesion type (controls), there were the ones that received the injuries, in a total of 4 repetitions for treatment. For the impact, they were dropped, in free fall, of a height of 2.00 m. Each fruit suffered two impacts, in opposed sides, in their equatorial areas. For the compression injury, they were put under a weight of 117.6 N, for 24 hours, provoking 2 opposite lesions, in the longitudinal sense of the fruits. The cuts injuries was gotten being applied four longitudinal cuts, with 40 length mm and 4 depth mm, to the opposed sides of the fruits. The injured areas were demarcated and the fruits were transported, carefully, until EMBRAPA Agricultural Instrumentation, in São Carlos, SP, Brazil, where they were stored 22 ± 2 °C and 50% UR.

The fruits were analyzed every five days in nuclear magnetic resonance tomography Varian Innovates of 2 Tesla, inserting them in the reel of radiofrequency of the type "cage" with internal diameter of 14.0 cm, operating in the frequency of 85.53 MHz. The images were obtained starting from the detection of the protons of hydrogen (^1H), essentially the one of the molecules of water that composes the fruits. The generated images are at head offices of 256×256 pixels, in 256 ash tones, and in slices, with 2.0 mm of thickness, spaced of 5.0 mm. For each fruit was obtained symmetrical images starting from the center of the fruit, in sagittal cuts for submitted them to the cuts and coronals for the control and submitted them to the impacts and the compression. The bidimensionals images were analyzed regarding form, location and texture of the ash degrees, and indicate the situations of the movable water (free) or more linked to the healthy tissues.

RESULTS AND DISCUSSION

In the Illustration 1 the images are presented obtained by tomography of nuclear resonance of the avocado 'Quintal' injured or not. The obtained images are observed starting from the signs of the nuclei of H of the water, that it corresponds the at least 93% of the intensity of the spectrum of H in avocado fruits.

In the fruits of the control (Illustrations 1A and 1B) the decrease in the molecular mass implicated in increase in the mobility of the molecules of water, providing increase in the time of relaxation spin-spin (T_2), and resulting in images with clearer shade. Those clearer areas became more evident with the storage (6th day). Probably the answer indicates increase in the concentration of sugars, due to hydrolyze of reservation's carbohydrate and to the collapse of the cellular head office, due to the ripening (Hall et al., 1998).

On the other hand, the clearest areas are also to indicate the condition of movable water (free) caused by the injuries of mechanical nature. In the compression injury visible external symptom and the pericarp of the fruit was not observed was shown seemingly intact after the injury (Illustration 1C). The physical stress caused by the compression produced increase in the amount of freer liquids, which it was only visible after 6 days (Illustration 1 D) and it is indicated by the whitish areas of the mesocarp and marked by circles. These lesions didn't present external correspondence. The injured areas are as whiter the more close of the peel of the fruits. The structure and the cellular elasticity of the pulp of the avocado checked mechanical resistance to the compression, doing with that the internal tissues were preserved, in function of their reologicals properties (Mohsenin, 1986).

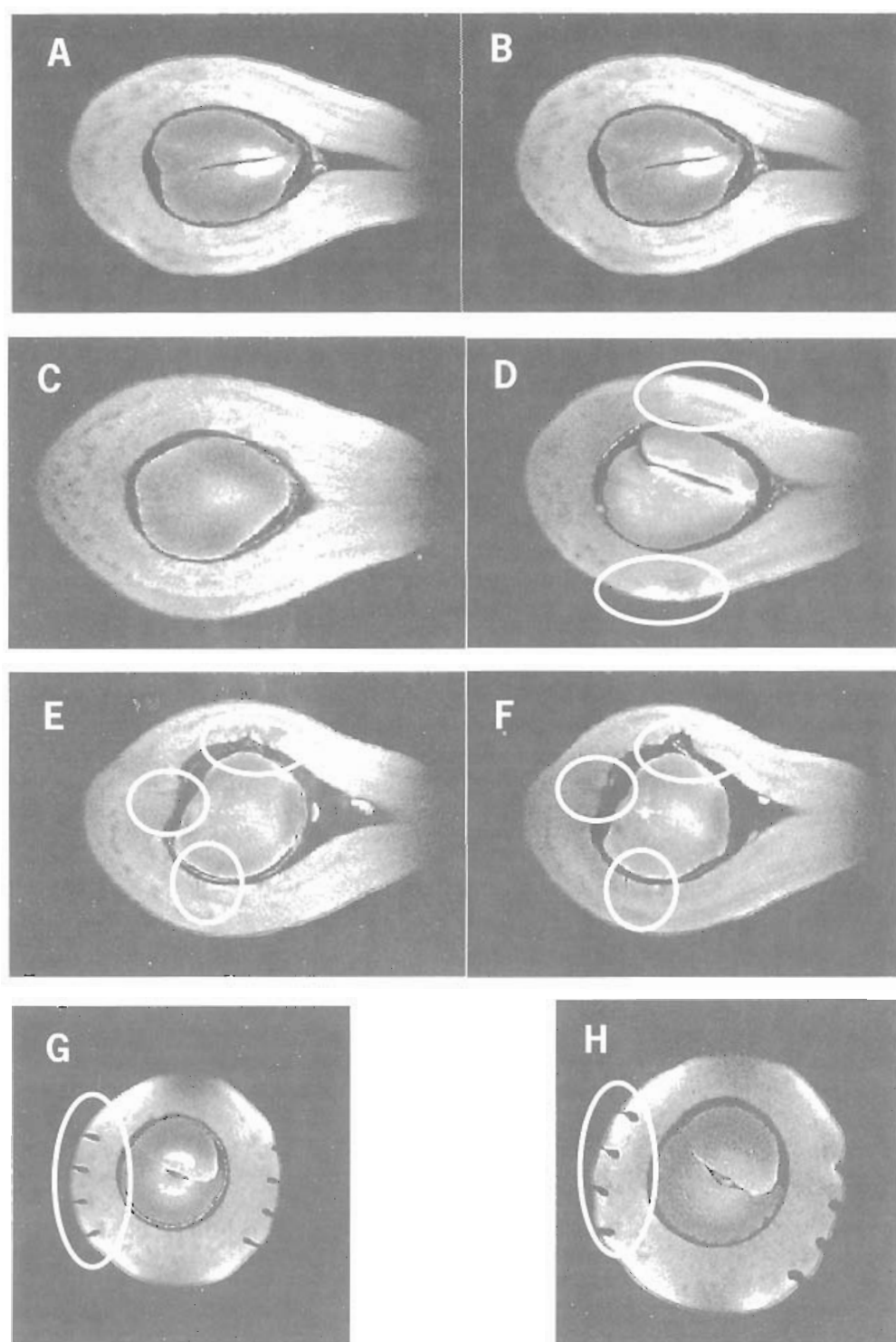


Illustration 1. Magnetic resonance imaging of avocado 'Quintal' submitted to three types of injuries. (A) Coronal cut of the fruit controls, in the 1^o day, and (B) after 6 days of storage; (C) coronal cut of the fruit submitted to the compression in the 1^o day and (D) after 6 days; (E) coronal cut of the fruit submitted to the impacts, in the 1^o day and (F) after 6 days; (G) sagittal cut of the fruit submitted to the cuts, in the 1^o day and (H) after 6 days.

In the injury for impact the avocados didn't present external symptoms even after the storage for 6 days, but, internally, they presented fissures, in the close pulp to the pit, suitable for the circles in the Illustration 1E. As the fruits went maturing these fissures increased, but at the same time, the pit produced tissue to fill out those spaces and to inhibit his progress for the rest of the pulp, according to the suitable in the Illustration 1F. Moretti (2000) it verified drastic reduction in the quality of tomatoes injured by impact, what was not observed for the avocado that was shown resistant that injury.

The injuries for cuts, that they showed very clearing in the surface of the fruits, presented as darkness lines in the pulp, in the images (Illustration 1G and 1H). The whitish areas, close to the peel, they are workmanships caused by the size of the fruit of this to cultivate that he approached the useful limit of the radio-frequency reel. In the 6th day of evaluation, the injured area totally came filled out by healing material, due to the lignification of the tissues and visualized through scanning electron microscope (SEM), where the production of this tissue can be verified at the place injured. This was not it observed in injured guavas by cuts, there was accentuated loss of fresh mass in the place of the injury, causing reduction in the surface and creating concave lesions in the injured places (Mattiuz et al., 2002).

CONCLUSIONS

The tomography of magnetic resonance showed to be an effective tool in the detection of internal injuries of avocado fruits. The fruits submitted to injures by compression and impact in spite of they show not external lesions, their images indicated the occurrence of injury internal and the evolution of the same during the ripening. In the injury for impact, the fruits also presented cracks in the close pulp of the pit, which they were filled out by tissue of the vegetable in 6 days of storage. The injury for cut provoked superficial deformations and submitted a cicatrisation process by completion of the lesions with woven lignification.

REFERENCES

- BISCEGLI, C. I.; FRANCO, R. W. DE A.; TANNUS, A.; COLNAGO, L. A. 2000. Use of magnetic resonance and spectroscopy in tropical fruits: challenges and opportunities. In: Cruvinel, P. E.; Colnago, L. A. (Ed.) *Advances in agricultural tomography*. São Carlos: Embrapa Agricultural Instrumentation. p. 77-78.
- BOTTOMLEY, P.A. 1982. NMR imaging techniques and applications: A review. *Review of Scientific Instruments, New York*, v. 53, n. 9, p. 1319-1337.
- CHEN, P.; MCCARTHY, M.J.; KAUTEN, R. 1989. NMR for Internal Quality Evaluation of Fruits and Vegetables. *Transactions of the ASAE, St. Joseph*, v. 32, n. 5, p. 1747-1753.
- CHEN, P.; MCCARTHY, M.J.; KIM, S.-M.; ZION, B. 1996. Development of a high-speed NMR technique for sensing maturity of avocados. *Transactions of the ASAE, St. Joseph*, v. 39, n. 6, p. 2205-2209.
- CLARK, C.J.; HOCKINGS, P.D.; JOYCE, D.C.; MAZUCCO, R.A. 1997. Application of magnetic resonance imaging to pre- and post-harvest studies of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology, Amsterdam*, n. 11, p. 1-21.

CLARK, C.J.; BURMEISTER, D.M 1999.. Magnetic resonance imaging of browning development in 'Braeburn' apple during controlled-atmosphere storage under high CO₂. HortScience, Alexandria, v. 34, n. 5, p. 915-919.

GONZALEZ, J.J.; VALLE, R.C.; BOBROFF, S.; BIASI, W.V.; MITCHAM, E.J.; MCCARTHY, M.J. 2001. Detection and monitoring of internal browning development in 'Fuji' apples using MRI. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, n. 22, p. 179-188.

HALL, L.D.; EVANS, S.D.; NOTT, K.P. 1998. Measurement of textural changes of food by MRI relaxometry. Magnetic Resonance Imaging, Amsterdam, v. 16, n. 5/6, p. 485-492.

MATTIUZ, B.H.; BISCEGLI, C.I.; DURIGAN, J.F. 2002. Aplicações da tomografia de ressonância magnética nuclear como método não-destrutivo para avaliar os efeitos de injúrias mecânicas em goiabas 'Paluma'e 'Pedro Sato'. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 641-643.

MOHSENIN, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristics and mechanical properties. New York: Gordon and Breach, 2nd ed., 891 p.

MORETTI, C.L. 1998. Injúrias internas de impacto em frutos de tomate: fisiologia e conservação pós-colheita. 132f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NASCIMENTO, A.S. DO; BISCEGLI, C.I.; MENDONÇA, M. DA C.; CARVALHO, R. DA S. 1999. Avanços em tratamentos quarentenários para exportação de manga brasileira: tratamento hidrotérmico e tomografia de ressonância magnética. In: ALVES, R. E.; VELOZ, C. S. (Org.) Exigências quarentenárias para exportação de frutas tropicais e subtropicais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/CYTED/CONACYT. p.155-171.

SONEGO, L.; BEN-ARIE, R.; RAYNAL, J.; PECH, J.C. 1995. Biochemical and physical evaluation of textural characteristics of nectarines exhibiting woolly breakdown: NMR imaging, X-ray computed tomography and pectin composition. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v. 5, n. 3, p. 187-198.

SOUZA, R. A. M. de. 2001. Mercado para produtos minimamente processados. Informações econômicas, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 7-18.

THOMAS, P.; KANNAN, A.; DEGWEKAR, V. H.; RAMAMURTHY, M. S. 1995. Non-destructive detection of seed weevil-infested mango fruits by X-ray imaging. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, n. 5, p. 161-165.

WANG, C.Y.; WANG, P.C. 1989. Nondestructive detection of core breakdown in 'Barlett' pears with nuclear magnetic resonance imaging. HortScience, Alexandria, v. 24, n. 1, p. 106-109.

WANG, S.Y.; WANG, P.C.; FAUST, M. 1988. Non-destructive detection of watercore in apple with nuclear magnetic resonance imaging. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v. 35, p. 227-234.

ZION, B.; CHEN, P.; MCCARTHY, M.J. 1995. Nondestructive quality evaluation of fresh Prunes by NMR spectroscopy. Journal of the Science of Food & Agriculture, Sussex, v. 67, p. 423-429.

* Not given published.

EL AGUACATE EN AGRICULTURA ECOLÓGICA. PUNTOS DE CONTROL Y CERTIFICACIÓN SEGÚN EL REGLAMENTO EUROPEO 2092/91 Y SUS MODIFICACIONES

J.D. García González¹, M. Amador Seco¹

¹ **Unidad de Certificación de la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. Cor-tijo de Cuarto s/n. 41014 Bellavista, Sevilla. m.amador@caae.es**

RESUMEN

La demanda de productos alimenticios obtenidos de forma ecológica implicó la creación de un Reglamento Europeo que estableciera unas normas básicas para el control y la certificación de la producción, envasado, transformación e importación de los productos agrarios.

El control y la certificación del cultivo del aguacate se basa en unos criterios específicos de certificación diseñados para ello, y que desarrollan e interpretan la normativa europea de agricultura ecológica.

Una evaluación del sistema de autocontrol del operador, una inspección del proceso productivo y ensayos sobre toma de muestras son las verificaciones más importantes que se realizan con objeto de conceder, mantener, ampliar, suspender o retirar la certificación del producto, en este caso del aguacate.

Palabras Clave: Certificación. Inspección. Agricultura Ecológica.

INTRODUCCIÓN

El aguacate en el ámbito del Estado español puede considerarse como un producto de excelencia. No es un producto que se consuma de forma masiva por la población ni en grandes cantidades. Así mismo se trata de un producto que en su consumo en fresco tiene un alto precio (aunque poco a poco se va haciendo más asequible) en el mercado si lo comparamos con otras frutas y verduras.

Este doble carácter que le confiere el mercado, por un lado su alto valor y por otro su exotismo y cierta exclusividad hace de él un producto idóneo para relacionarlo con el concepto de CALIDAD.

Esta calidad puede manifestarse y entenderse desde el punto de vista de la seguridad de un producto o desde unas características que le confiere su modo de producción.

En el caso de la agricultura ecológica esta aptitud es doble. Es decir, un aguacate producido procedente de la agricultura ecológica es seguro para el consumidor ya que tanto en su cultivo como en su procesado no se han utilizado insumos, materias primas o ingredientes que puedan ser tóxicos o nocivos y por otro, este modo de producción está regulado a nivel de la Unión Europea.

Pero para que un producto como el aguacate pueda comercializarse como procedente de la agricultura ecológica no solo tiene que cumplir una normas en lo referente a su cultivo y procesado, sino que este proceso tiene que estar controlado por una entidad de certificación. Esta entidad concede el uso de una marca de conformidad (menciones, logos,... en el etiquetado de los productos) para que los responsables puedan hacer uso de ellas.

Pero ¿Por qué es necesario el uso de estas marcas?

El MERCADO necesita de marcas para diferenciar los productos que a él llegan para distinguirlos de los demás y situarse en una posición de ventaja competitiva.

Los PRODUCTORES necesitan una recompensa al esfuerzo realizado para conseguir un producto de unas determinadas características.

Los CONSUMIDORES necesitan una garantía para diferenciar aquellos productos que responden a unas determinadas características de calidad o de seguridad.

La ADMINISTRACIÓN PÚBLICA necesita regular y conciliar estos intereses, para ello desarrolla o ampara normas para que, tanto el mercado, como los productores, como los consumidores conozcan las "reglas de juego". Además, cada vez es más frecuente que la Administración Pública condicione la concesión de ayudas o subvenciones a la obtención de determinadas certificaciones.

Las entidades de certificación pretenden servir a todos estos intereses realizando su trabajo bajo unos criterios de competencia técnica y explicaremos como se puede realizar este trabajo de control y certificación.

MATERIAL Y MÉTODOS

La agricultura ecológica está regulada por una norma a nivel de la Unión Europea mediante un reglamento del año 1991 y con múltiples modificaciones, que han sido refundidas. Este reglamento se denomina Reglamento CEE 2092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre producción agrícola ecológica y su indicación en productos agrarios y alimenticios.

Esta norma tiene una serie de problemas como son:

- a) Es muy genérica. Contempla, en el ámbito de la producción vegetal, todos los cultivos incluida la recolección silvestre.
- b) Es poco precisa. Utiliza términos y expresiones confusas y sujetas a diversas interpretaciones.
- c) Tiene un ámbito geográfico de aplicación muy amplio. Es aplicable en todo el territorio de la Unión Europea desde las zonas árticas de Laponia hasta la zona subtropical de Málaga.

El cultivo del aguacate, al ser un árbol subtropical tiene unas condiciones de cultivo, plagas, fertilización, riego, etc. muy distintas a la de otros cultivos por este motivo es necesario diseñar previamente unos criterios específicos de certificación que desarrollen e interpreten la normativa europea de agricultura ecológica.

Para poder asegurarse que el cultivo del aguacate se ha realizado según estos criterios, es necesario que el agricultor establezca unas medidas de autocontrol en su explotación.

Pero en todo sistema de cultivo incluido el del aguacate es necesario la utilización de determinados insumos (**fertilizantes** y **fitosanitarios**) que a su vez tienen que cumplir unos criterios de uso.

Para verificar el cumplimiento de estos criterios la entidad de certificación tiene que describir unos **procedimientos** específicos de control basados en:

AUDITORIA DEL SISTEMA DE AUTOCONTROL: Auditoria del sistema de calidad o sistema de autocontrol basado total o parcialmente en ISO 9000.

INSPECCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO: Realizar actividades de control en el proceso de producción.

ENSAYOS SOBRE TOMA DE MUESTRAS EN LAS INSTALACIONES DEL OPERADOR: Toma de muestra de producto en la explotación del operador y envío de la muestra para su ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación del sistema de autocontrol del operador por parte de la entidad de certificación, se realiza para comprobar si se ha podido producir alguna desviación respecto a los Criterios de Certificación.

En el proceso de evaluación se **consulta**, pregunta, anota, contrasta, calcula y comprueba la información contenida en los distintos registros y documentos generados por el sistema de autocontrol.

En el caso concreto del cultivo del aguacate, se establecen los siguientes puntos de control para verificar que en el sistema de autocontrol se cumplen los Criterios de Certificación:

- Descripción de la explotación: declaración y planos de la unidad.
- **Operaciones producidas:** calendario de operaciones y registro de éstas.
- **Organización en la explotación:** declaración de operaciones.
- **Contabilidad:** registro de compras y ventas.
- **Identificación y trazabilidad** del producto.
- **Toma de muestras y ensayos:** boletín de análisis.
- Tratamiento de no conformidades.

La inspección del proceso productivo se produce para comprobar que, en este sentido, también se cumplen los Criterios de Certificación. El proceso de inspección se realiza siguiendo una secuencia de trabajo establecida. Los inspectores seleccionan y determinan unos puntos de control, atendiendo a unas indicaciones específicas ya establecidas y al cultivo específico que hay que certificar.

En el caso del cultivo del aguacate, los puntos de control respecto a la inspección del proceso productivo son estos:

- Fertilización y conservación del suelo: zona de cultivo y de almacenamiento, maquinaria y fertilizantes.
- Riego: equipos de riego y zona de producción.
- Control de plagas y enfermedades: cultivos, fitosanitarios y zona de almacenamiento.
- Control de hierbas adventicias: cultivos y maquinaria.
- Recolección y transporte: envases, recipientes y transporte.
- Conservación de la biodiversidad.
- Entorno y control de la contaminación: zona de producción, entorno y equipos de riego.
- Almacenamiento: zona de almacenamiento.

El ensayo sobre toma de muestra en las instalaciones del operador se realizará por los siguientes motivos:

(en la toma de muestra se seguirán unos procedimientos concretos ya establecidos)

- Por denuncia de aplicación directa de algún fitosanitario no autorizado.
- Rutinaria para detectar posibles tratamientos con productos no contemplados en la reglamentación vigente.
- Por riesgo de contaminación por deriva de producto aplicado por un vecino.
- Otros motivos puntuales que considere oportuno el inspector y que puedan justificar una toma de muestra.

CONCLUSIONES

Todo lo anteriormente expuesto nos lleva a concluir que es posible realizar un control efectivo y fiable del cultivo del aguacate en agricultura ecológica. Con esto los consumidores tienen total garantía al comprar aguacates con el etiquetado ecológico de nuestra entidad de certificación.

BIBLIOGRAFÍA

NORMA UNE-EN 45011:1998: Requisitos generales para entidades que realizan certificación de producto.

Reglamento CEE 2092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre producción agrícola ecológica y su indicación en productos agrarios y alimenticios.

EL AGUACATE ECOLÓGICO. ASPECTOS TÉCNICOS, SOCIALES Y MEDIO AMBIENTALES DE SU CULTIVO EN ANDALUCÍA.

JD García

**Unidad de certificación de la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.
Cortijo de cuarto s/n, 41014 Sevilla. Correo electrónico: m.amador@caae.es**

RESUMEN

El método de producción ecológica en aguacate tiene como objetivo fundamental la obtención de alimentos de calidad respetando el medio ambiente y conservando o incrementando la fertilidad de la tierra, sin el empleo de productos químicos de síntesis y tendiendo a la búsqueda de agrosistemas sustentables para ayudar a mantener un espacio rural vivo.

La contaminación que genera en las aguas, los suelos, la atmósfera y en el propio cultivo la aplicación de herbicidas y fertilizantes químicos de síntesis utilizados en el cultivo del aguacate en convencional, nos lleva a una reflexión sobre las posibilidades futuras de este cultivo.

En los planteamientos de realizar una agricultura perdurable en el tiempo, con connotaciones sociales y medio ambientales, existen ya agricultores que realizan un manejo ecológico de sus fincas de aguacate, que cuidan su tierra de manera que mantienen o aumentan la materia orgánica, manejan el estrato herbáceo de tal forma que no realizan aplicaciones de herbicidas, consiguiendo buenas producciones y aumentando sus rentas al vender su producto algo más caro.

Palabras Clave : Agricultura ecológica, sustentabilidad, biodiversidad, agrosistemas.

INTRODUCCIÓN

Conseguir no contaminar el medio ambiente por el uso de insumos agrícolas, producir alimentos sin residuos tóxicos para la salud, y buscar una agricultura sustentable respecto a lo social, medioambiental y a la producción de alimentos necesarios para una población mundial en aumento, nos lleva a un método de producción distinto al mayoritariamente generalizado.

Mantener el equilibrio entre “producción de alimentos, crecimiento socioeconómico y protección del medio ambiente” constituye uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la sociedad actual en Andalucía. La maximización de la producción es el objetivo prioritario en el cultivo de aguacate convencional, la preocupación central de las nuevas tendencias en política agraria está encaminada a la sustentabilidad tanto de las producciones como del sistema productivo, en este sentido, la agricultura ecológica aparece como una estrategia válida, útil y necesaria para el tránsito urgente e inaplazable hacia agrosistemas sustentables.

Es dentro de este contexto que hablaremos del cultivo ecológico del aguacate en Andalucía y del cual diferenciaremos tres aspectos: el social, el medio ambiental, y el manejo del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODO

Aspectos técnicos y de cultivo.

En agricultura ecológica se actúa sobre la gestión y el mantenimiento perdurable de la fertilidad y de la capacidad productiva del suelo; así mismo se requiere activamente de prácticas de conservación para mantener la integridad del perfil y evitar su degradación por deterioro de la estructura y por la pérdida de las materias orgánicas y minerales más finas y activas como las arcillas. En el cultivo ecológico se tiene muy en cuenta su manejo, entendiéndolo que “el suelo es un recurso natural vulnerable y en gran parte no renovable”, por lo que se mantienen conceptos complejos sobre el funcionamiento del mismo y la gestión de su fertilidad “nunca simplistas y unidireccionales, pues esto lleva a la utilización de técnicas de cultivo propias de especuladores de suelos más que de verdaderos conocedores de este medio” (Labrador, 2001).

En agricultura ecológica cuando se habla de fertilización, no solamente se manejan los parámetros de contenido de macro y microelementos en el suelo, pues como se ha expuesto anteriormente, la fertilidad del suelo comienza por su conservación, seguido de su mejora en la actividad biológica a través de aportaciones de materia orgánica, ya sea como cultivo de leguminosas, plantas de enraizamiento profundo, o a través de incorporación de estiércoles, compost, purines, etc.

Una serie de “determinaciones enzimáticas” se pueden tomar como indicador de poblaciones microbianas activas en el suelo pues la actividad enzimática es sensible a los efectos provocados por determinados manejos del suelo (Labrador 2001) y parámetros tales como abundancia, diversidad o actividad de la “fauna edáfica” pueden ser también considerados como indicadores de la fertilidad de la tierra de cultivo (Linden et al., 1994). La materia orgánica en el suelo, engloba los restos de plantas y animales, en diferente grado de transformación, así como la biomasa edáfica (microorganismos, microfauna y enzimas extracelulares que representan del 1 al 2% de la materia orgánica total).

Todo esto no implica que no se tengan en cuenta los niveles de nutrientes en suelo y hoja a la hora de realizar aportes nutricionales al cultivo.

La relación entre fertilidad y microorganismos se observa en sus acciones beneficiosas en la rizosfera (Barea y Olivares, 1998):

- Estimulan la germinación y el enraizamiento, mediante la producción de fitoestimuladores como hormonas, vitaminas y otros.
- Incrementan el suministro/disponibilidad de nutrientes, mediante su participación en los ciclos biogeoquímicos minerales.

- Mejoran la estructura del suelo por su contribución en la formación de agregados estables y en la formación del humus.
- Protección de la planta mediante fenómenos de antagonismo como biopesticidas, por eliminación de productos contaminantes, o por incremento de la tolerancia a la salinidad, a la sequía, etc.

Respecto al manejo de plagas y enfermedades en un cultivo ecológico, lo importante es utilizar prácticas que incrementen la biodiversidad, creando un agrosistema complejo y diverso con el cual obtener interacciones benéficas. El manejo de la diversidad a nivel de parcela es un gran reto. Comparado con el manejo convencional, este puede involucrar más trabajo, más riesgo y más incertidumbre. También se requiere más conocimiento (Gliessmann, 2001). El mantenimiento de las poblaciones de enemigos naturales a través del aumento de la diversidad con setos, cultivos intercalados, cultivos de cobertura, cultivos en franjas, etc., produce un efecto importante a la hora de mantener en niveles bajos los insectos plaga. En el enfoque ecológico no se pretende en ningún momento eliminar o controlar totalmente una plaga o enfermedad, sino que el objetivo es "mantener niveles equilibrados, de tal forma que los daños que provoque sean asumibles económica y ecológicamente" (Porcuna, 2001).

En el caso de las enfermedades, la diversificación genética de cultivos y el incremento de antagonistas mediante el manejo orgánico del suelo, son estrategias clave para reducir la incidencia de patógenos (Altieri y Nicholls, 2001). El delimitar las condiciones ambientales que los favorecen es una línea donde se deben dirigir grandes esfuerzos, pues para el desarrollo de la enfermedad se necesitan que confluyan otras muchas circunstancias, que no solo el agente patógeno (Porcuna, 2001).

La intensificación de la agricultura incluye prácticas variadas que favorecen las enfermedades de plantas: (Altieri y Nicholls, 2001)

- Ampliación del tamaño de los campos.
- Homogenización genética de variedades.
- Aumento en la densidad de los cultivos huéspedes.
- Aumento del monocultivo y eliminación de rotaciones.
- Uso de fertilización, riego y otras modificaciones ambientales de cultivo, en especial disminución en el uso de enmiendas orgánicas en el suelo.

Aspectos sociales y medio ambientales

La prudencia económica y ecológica más elemental nos lleva a desear como objetivo prioritario que las sociedades humanas se asienten sobre bases más "sustentables". Para el desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles, es indispensable poner freno al éxodo rural y a la pérdida del conocimiento tradicional que eso conlleva. La capacitación de los agricultores y la revalorización social de la actividad agrícola son puntos importantes a la hora de poner freno a ese éxodo rural.

La cuantificación de los recursos naturales desde modelos de una economía ecológica, una política de incentivos económicos que induzcan a los productores a adoptar tecnologías de producción sostenibles, la implantación de impuestos ecológicos que incorporen al precio de los productos los costes ambientales del uso de prácticas contaminantes, etc., son actuaciones que deben apuntarse para el desarrollo de sistemas agrícolas sustentables. (Altieri y Labrador 1994).

No hay ninguna razón para que una agricultura encaminada a la sostenibilidad deba ser técnicamente primitiva. La expresión de desarrollo tecnológico abarca todos los pasos que van desde la investigación científica, la investigación tecnológica, la experimentación adaptativa en el propio campo, la transferencia de tecnología, hasta llegar a su última etapa de su adopción por el productor.

La contaminación generada por el alto contenido de nitratos existentes en las aguas de algunas comarcas andaluzas, proviene entre otros factores, del uso excesivo de fertilizantes. El cultivo del aguacate tiene grandes exigencias en nitrógeno, por lo que en el cultivo convencional es fácil generar una contaminación de las aguas por nitratos si no se controlan las cantidades ni los fertilizantes a aplicar. En el caso del cultivo ecológico, la utilización de fertilizantes nitrogenados están autorizados hasta un máximo de 170 kg. de nitrógeno por hectárea y año, y esto es uno de los puntos de control que realizan los organismos de control y certificación de productos ecológicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aspectos técnicos y de cultivo

La fertilización del cultivo del aguacate hay que adaptarla a las particularidades agronómicas, ambientales y condiciones socioeconómicas de cada finca, pero siempre basada en un aporte orgánico adecuado y diversificado. Los agricultores ecológicos fertilizan sus aguacates principalmente, a través de aportaciones importantes de estiércoles y compost, nunca rebasando los 170 kg. de nitrógeno por hectárea y año. Otros productos aplicados son vinazas líquidas, que se incorporan en el cultivo via fertirrigación; estas son materias orgánicas líquidas con contenidos importantes de ácidos húmicos y fúlvicos. Para conseguir introducir en el cultivo más nitrógeno se realizan aplicaciones de gallinaza o subproductos de origen animal como la harina de sangre.

Las necesidades de potasio y fósforo por parte del cultivo se palian con incorporaciones de rocas potásicas (sal potásica en bruto) y rocas fosfóricas (fosfato blando, fosfato aluminocálcico y escorias de defosforación).

Las carencias de oligoelementos (hierro,cinc,boro,cobre,..) existentes en el cultivo, podemos solucionarlas con la utilización de éstos, siempre y cuando estén incluidos en las Directiva 89/530/CEE. Todos los fertilizantes y acondicionadores del suelo autorizados en agricultura ecológica están reflejadas en la parte A, del anexo II, del Reglamento CEE Nº 2092/91 y sus modificaciones.

Respecto al manejo de plagas y enfermedades en el cultivo del aguacate, diremos que buscar el máximo de diversidad en la parcela y incorporar cantidades importantes de materia orgánica en el suelo son la base para buscar una estabilidad en las poblaciones de los agentes patógenos. Una buena higiene del cultivo, como eliminar ramas o entrecortar árboles, es la base principal para el manejo de cochinillas en los aguacates. Los productos posibles a aplicar para bajar las poblaciones de cochinillas en un manejo ecológico son Azadiractina, rotenona o sal de potasio rica en ácidos grasos (jabón suave). El manejo del estrato herbáceo se realiza, normalmente, a través de desbrozado mecánico.

Los productos fitosanitarios autorizados en agricultura ecológica son los expuestos en la parte B, del anexo II del Reglamento CEE Nº 2092/91 y sus modificaciones.

Aspectos sociales y medio ambientales

Cuando se habla de desarrollo sostenible o sustentable, el factor social endógeno es muchas veces, un factor que no se tiene en cuenta a la hora de la elaboración de programas de desarrollo.

Estos programas se basan en el manejo y conservación de recursos naturales (como hacen ya los agricultores ecológicos), de políticas sociales y económicas. En un futuro próximo se deben desarrollar programas de esta índole para hacer del aguacate un cultivo sostenible, de tal manera que se asegure este cultivo a las generaciones presentes y futuras en Andalucía y en los demás lugares del mundo donde se cultiva. Para ello la participación de la población rural existente alrededor del cultivo del aguacate, debe ser importante en la elaboración de proyectos y programas para su propio desarrollo y orientados por las instituciones. Los modelos de transferencia tecnológica no deben ser verticales sino modelos participativos donde los agricultores se transformen en actores de su propio desarrollo. La creación de programas I + D con esta línea de trabajo, sería una de las actuaciones posibles a realizar para conseguir un desarrollo sustentable del cultivo del aguacate.

En un cultivo de aguacate convencional nos encontramos con deterioro de los elementos naturales, contaminación de éstos, erosión del suelo, etc. Cuando se aplican criterios asépticos (científicos) al cálculo del coste de un kilo de aguacate producido en convencional, se debería valorar el coste del deterioro de los elementos naturales, pero ¿cómo podríamos valorar la contaminación de un acuífero? ¿Cuánto vale el suelo agrícola que se pierde por la erosión? Es evidente que los precios son ciegos a la mayoría de costes sociales y ecológicos, por eso los precios deben contar la verdad ecológica para que la sociedad en general pueda prosperar. Lógicamente, no se puede agitar una varita mágica y cambiar los precios de centenares de bienes y servicios sin más.

Sin embargo hay una manera de lograr el tránsito, reemplazando parcialmente los impuestos existentes con impuestos sobre la contaminación. Estos planteamientos nos hacen ver que la agricultura convencional no soporta los costes reales que genera. ¿Cuándo se aplicará el postulado central del Libro Blanco sobre Medio Ambiente de la Comisión Europea de “ el que contamina paga”? (Porcuna y Bello 2002).

CONCLUSIÓN

Es evidente que la agricultura ecológica hoy día es la agricultura a practicar, pues los costes medio ambientales y sociales hacen insostenible el cultivo del aguacate en convencional. En Andalucía existen ya 80 agricultores ecológicos de aguacate. Siguiendo el ejemplo de ellos, otros muchos agricultores deberían acogerse a los planteamientos aquí expuestos para poder hacer del aguacate un cultivo social y ambientalmente con futuro.

Elaboración de datos sobre el número de agricultores ecológicos con cultivo de aguacate existentes en Andalucía y la superficie de cultivo.

Provincia	Nºde inscritos	Superficie
Cádiz	2	5,50
Huelva	2	31,36
Granada	13	16,30
Málaga	63	311,29
Total Andalu	80	364,45

Fuente: Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (25 de agosto de 2003).

Hectáreas	Nº de operadores por provincias			
	Cádiz	Huelva	Granada	Málaga
0 - 1	1	-	7	26
1 - 5	-	-	5	23
5 - 20	1	1	1	10
> 20	-	1	-	4

Fuente: Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. (25 de agosto de 2003).

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. Y LABRADOR MORENO, J. 1994. Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

ALTIERI M.A. Y NICHOLLS C.I. 2001. Propuesta agroecológica de manejo de plagas y enfermedades. En La práctica de la agricultura y la ganadería ecológicas. Ed. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.

BAREA J.M. Y OLIVARES J. 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. En Agricultura sostenible (Ed. R. Jimenez Díaz, R. Lamo de Espinosa). Ed. Mundi-Prensa.

GLIESSMANN S. 2001. La biodiversidad y estabilidad de los agrosistemas. En La práctica de la agricultura y la ganadería ecológicas. Ed. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.

GOMEZ-BENITO, C. 2001. Conocimiento local, diversidad biológica y desarrollo. En Agroecología y desarrollo de Labrador Moreno J. Y Altieri M.A. Ed. Mundi- Prensa.

LABRADOR MORENO, J. 2001. El manejo del suelo en agricultura ecológica. En La práctica de la agricultura y la ganadería ecológicas. Ed. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.

LINDEN, D.R., HENDRIX, P.F., COLEMAN, D.C. AND VAN VLIET, P.C.J. 1994. Faunal indicators of soil quality. In J.W. Doran et al. (ed) Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Spec. Publ. 35 ASA and SSSA, Madison WI, USA, pp. 91-106.

PORCUNA COTO, J.L. Control de plagas y enfermedades. 2001. El punto de vista agroecológico. En Agroecología y Desarrollo de Labrador Moreno J. y Altieri M.A. Ed. Mundi- Prensa.

PORCUNA COTO, J.L. Y BELLO, A. 2002. 12º Symposium Internacional PHYTOMA, Ecología y producción integrada en cultivos hortícolas de invernadero. Ed. PHYTOMA- España.

Reglamento CEE Nº 2092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

CONVERSION FROM CONVENTIONAL TO ORGANIC AVOCADO PRODUCTION

A.M. Campbell

Alston Vale, 101 Alston Vale Road, Alstonville, NSW, Australia 2477

E-mail: allanc@linknet.com.au

ABSTRACT

The need to change the normal agricultural methods for growing avocados resulted in a conversion to organic production using vermiculture. Because this media had not been used and documented for avocados, techniques had to be developed and refined. This paper details some of hurdles that had to be overcome, techniques developed and results achieved.

Key Words: Australia, Avocado, Organic, Vermiculture, Worms, Vermicast.

INTRODUCTION

This is not a scientific paper. Instead, it relates the experiences of an avocado grower with some thirty years in the industry who took his orchard 'Alston Vale' from being conventionally farmed to becoming Certified Organic. It was not all plain sailing and in fact this paper could well be titled: "From Triumph to Disaster and Back Again."

In 1995 the account books for the avocado orchard clearly showed an increasing use of chemicals, their increasing cost and a reduction in both volume and sales receipts from the avocado crop. A change had to be made. After considerable research and discussion with other growers and scientific people and publications, the decision was made to change to organic production using vermiculture as the tool to replace conventional management practices.

WHY ORGANIC?

First, let us look behind the scenes to see what farming was and compare it with modern day farming.

In times past, man still used the traditional practices handed down from father to son, returning to the soil the left overs and manures from animal and human existence. All went well. Nature's program was observed, the basic organisms were retained and returned to the soil.

With the introduction of chemical and synthetic fertilisers Nature's design was turned upside down. Beneficial organisms were poisoned, natural immune systems were destroyed and pathogens ran amok. Sadly, this situation stimulated the production of further chemical poisons as supposed remedies. Endeavours to clean up the latest problems only compounded and aggravated the situation. So on it went like a snowball's progress down the hill; the problem just got bigger and bigger and the health of the soil became more and more degraded. The challenge now is to prevent further deterioration and destruction and rebuild our soils — it is the world's greatest asset.

Research showed that the humble worm had the capacity to produce Nature's own specialists to feed and protect both soil and vegetation. Those powerful advocates of the worm, Sir Albert Howard, in his 'An Agricultural Testament' which outlines his historic and dramatic re-building of India's agriculture, Charles Darwin in his 'Darwin On Earthworms' and before them Aristotle, clearly stated their belief that the worm can do just that.

WORM FARMING

There are thousands of different species of worms throughout the world; however, they can be divided into two major types, soil-inhabiting earthworms and compost-inhabiting earthworms. The former live basically in the lower soil profile and are soil eaters. When they make their tunnels they aerate the soil, provide drainage and leave a thin coating of organism-rich mucus on the tunnel walls.

The compost-inhabiting worms live in the richer upper horizon of the soil profile and their diet is basically decaying vegetable matter. When the worms have re-cycled this vegetable matter, their excretion, which is called 'Vermicast,' becomes plant food and promotes the activity of soil micro-organisms. With the worm beds kept very moist, a leachate is also harvested from the beds. The worms are Nature's Garbage Collectors and Recyclers. These are the worms that are farmed at Alston Vale.

The leachate on analysis shows it to be of high bacterial content, which makes it such a valuable tool for controlling disease and insects when used as a foliar spray. The solid cast is highly fungal and is used as a soil dressing for correcting soil-based problems.

There are many different techniques used to farm and house worms from small, plastic or wooden boxes, to 30 m long x 2 m wide worm 'factories.' The pilot plant at Alston Vale utilises an old nursery area and is a very low-key affair but plans have been made to develop worm farming to the 'factory' stage.

Worm husbandry has similar guidelines to other livestock. Care must be exercised with food, moisture, temperature and oxygen. Being an accredited organic grower, particular attention has to be paid to food. Like the computer axiom 'garbage in = garbage out,' the feed for worms determines the type and quality of the product they produce.

Only food with a vegetative background is used at Alston Vale. Not even the traditional manure from farm animals is used in case of contamination. A Carbon/Nitrogen ratio of 25/30:1 is the yardstick. The carbon is achieved by feeding cardboard, shredded paper and coarse hay. The Nitrogen

component comes from fresh green grass, sub-standard fruit rejected from packing sheds, fruit processors waste and use-by-date-expired fruit and vegetables. A wet bed with a temperature around 25°C yields the best results. Oxygen is essential because worms are living breathing creatures and an anaerobic environment can be fatal.

TO GO ORGANIC

To go organic meant that no more chemical fertilisers, insecticides, fungicides, or herbicides would be used in the orchard. The vermicast and leachate would take their place. However, in the early stages of Conversion there was serious apprehension that, without chemical controls, insects and fungal diseases would destroy the crop and the weeds, unchecked, would envelop the orchard. A compromise was struck and for the first year worm products were used as foliar sprays and chemicals were used for weed, insect and disease control. This was later found to be unnecessary. The combination of management changes and worm products achieved our goal without chemicals. Our organic status could have been achieved one year earlier.

Spraying Leachate

Leachate was originally applied as a foliar spray using a conventional tractor drawn power spray. In December 1999, due to a late flowering in some blocks there was a considerable amount of fruit of golf ball size on the top of the trees, some eight or more metres above the ground that were exposed to the sun. With the middle of summer only weeks away normally this fruit would be severely sunburnt and end up in the worms' food bin. Being too high for the ground rig to reach and not a proposition for hand spraying, the only thing left was to use a Helicopter. That spray provided THE major breakthrough.

The combination of very low flying, very fine nozzles that produced a heavy mist and the turbulence created by the rotors made for a perfect operation. Normally, with a ground rig it would have taken three and a half days to complete the task, the helicopter did the job in seventy minutes. In addition and even more importantly, using a helicopter was far more efficient in applying the spray. It thoroughly covered both surfaces of the leaves and was driven throughout the entire canopy, there was less spray drift and it was much cheaper than even using ones own staff and equipment.

Spraying Program

A spray program has been developed with the object of reducing stress on the tree and to control insect and disease attack. The first spray is carried out in July, about six weeks prior to blossoming (in this area of NSW) to cover that period of stress and also the stress incurred at fruit set. A second spray is applied immediately after completion of fruit set in September. This spray is vital for this is the time at which fruit size is determined by cell division and covers the first period of maximum fruit growth. It is also the first counter insect treatment. A third Spray is applied in mid December by which time the fruit has nearly completed its major sizing period. This is the time reinforcements are required on the fruit and leaves for insect control. There is evidence that this spray contributes to minimising the 'January' fruit fall. A fourth spray is generally dictated by local conditions, sometimes yes, sometimes no, sometimes February, sometimes later.

The present application rate is 300 mL of leachate plus 2.7 L of water per mature bearing tree. The water is really only a carrier. Smaller trees are sprayed to the 'run-off' stage using a ground rig with the same fine nozzles. Trials are still being carried out to 'fine-tune' the dose rate and the

times of application. Spraying has also to be coordinated with the period at which the micro-organisms, particularly the fungi, are most active.

The application of worm products in the orchard has been guided by the importance of the specific problem on hand. To date that importance has been in the control of insects and disease which could be checked with a foliar spray. It will be shown later in the paper how the vermicast solids really demonstrated their importance.

Weed Control

Right from the outset the weed growth was phenomenal. A new management procedure was required, one that combined the production of food for micro-organisms, benefited the insect population generally and also kept the orchard workable. The new weed control system adopted, achieves this objective. When our weeds reach 800 mm, alternate rows are slashed down to 300 mm then allowed to grow to 800 mm before slashing again. There is evidence that this practice protects the beneficial insects that keep their environment in balance and does not destroy their environment or food chain. With a side throw slasher mulch material is thrown under the trees where, when decayed, it provides food for the micro-organisms. This procedure associated with liberal applications of coarse mulch gives a degree of weed control as well as providing further nutrient for the micro-organisms and positive benefits to soil health and structure. A good coverage of inter row vegetation also reduces evaporation and stabilise soil temperatures.

Orchard Pests

The two main pests to contend with at Alston Vale are native insects endemic to most avocado growing areas on Australia's eastern seaboard. They are the fruitspotting bug *Amblypelta nitida* which "stings" the fruit and the redshouldered leaf beetle *Monolepta australis* which swarms on foliage and has the capacity to defoliate trees and mark the skin of the fruit to the extent it is not fit for market. Experience using leachate as a foliar spray suggests it has a repellent effect on insect pests. Apparently the detritus from the tree forms on the leaves, fruit and branches as an exudate which is attractive to many insects. The micro-organisms in the leachate consume this exudate and thus eliminate the food that attracts the pests.

Orchard Fungal Diseases

The main fungal diseases that can affect orchard production are phytophthora root rot *Phytophthora cinnamomi*, anthracnose *Glomerella cingulata*, and stem end rot *Dothiorella* sp.

Phytophthora cinnamomi was not a serious problem and was kept at bay organically with infrequent applications of liquid vermicast applied through the irrigation system. Anthracnose particularly in hot humid summers had been a problem for many years. With the foliar spraying of leachate it has been virtually eliminated. Stem end rot was always a problem prior to using leachate but the incidence of this disease has dropped considerably since the leachate spray program commenced.

RESULTS AS AT DECEMBER, 2000

The results from using vermicast and leachate indicated that organic production was possible, that pests and diseases could be controlled and the goal of a Certified Organic product could be achieved

- Despite the fact that some fruit was exposed for 12 weeks to the early and mid-summer sun they did not suffer from any sunburn.
- Anthracnose was virtually eliminated. This happening in a vintage year for that disease. Local packing sheds discarding up to 45% of consignments because of anthracnose damaged fruit.
- The annual January fruit drop did not take place.
- Insect damage had been reduced by 55%.
- The pH of the soil rose.
- Vermicast did not leach from the soil.

Other industries that have used worm leachate have reported:

- Plant Nurseries - Increased production of healthier plants with much better root systems and reduced insect and disease problems.
- Grape Growing and Wine Production - Increases in vine growth and health providing higher yields of superior quality wine.
- Sports Arenas and Playing Fields - Better quality and harder wearing grass even in shaded areas and reduced problems with compacted soil areas.
- Bowling Greens and Golf Course Greens - Easier to manage, fast, with reduced underlay thatch. Less water used and better soil structure
- Dramatic reduction in environmental pollution, pollution of water ways and sub-surface water.

DISASTER STRIKES

On a routine inspection in May 2001, the Orchard looked as if it had received the same treatment as did the Vietnam Jungles—an Agent Orange attack. Foliage had gone brown and was falling off; fruit was on the ground and the trees had scarecrow bare limbs—desolation. Despite the fact that this disaster occurred over a very short period, all the experts, independently consulted, had the same answer—*Phytophthora cinnamomi*. Their advice was unanimous, simple and positive. 'Sell Up-, Pull out all the Trees—Replant with a different crop.' Their advice was not followed. A decision was taken that an attempt would be made to organically turn DEFEAT into VICTORY. To make the problem worse, this disaster coincided with the commencement of the longest and severest drought Australia has experienced in recorded history. In the 23 months period of drought, water restrictions were imposed by the authorities who progressively reduced water allocations for irrigation until it was banned altogether.

THE ROAD TO RECOVERY

Despite the drought and no water the routine spray program was maintained throughout the orchard. Two small blocks of trees, the most severely damaged, received additional mulch and two soil applications of a 'high fungally dominant' mixture based on vermicast. Leachate was used purely to liquefy the solid cast for ease and effectiveness of applying as a liquid soil dressing. The drought finally broke in late February 2003. Within eight days of the commencement of the rain, leaves appeared on all the apparently dead trees within those two blocks. The leaves soon turned green and have continued to grow vigorously. The rest of the orchard is also recovering but not as fast as the blocks that received the solid vermicast. A dramatic indication that *Phytophthora cinnamomi* CAN be tamed, organically.

CONCLUSION

The change from normal avocado orchard management to organic, has been difficult and the learning curve rather steep. Nevertheless it has proved a most stimulating and exciting experience. Growing organic avocados is possible using vermiculture .

It has also shows production of higher quality fruit of greater flavour. Coupled with the new management procedures, has materially benefited soil structure and has made for greater absorption of rain. Natures own tireless workers have returned and are creating healthier soils. Vermiculture does control avocado pests and diseases. An old adage says It is far more effective to feed the soil than to feed the plant— it does it better.

The Challenge to Prevent further Deterioration and Destruction has been accepted and we are confident that we are progresing in the Rebuilding of our Soils. It is commended to your attention.

Acknowledgements

DR. JOHN BUCKERFIELD PhD. formerly Vermiculture Leader, CSIRO, South Australia.

DR TIM KINGSTON PhD. Research Scientist (Worms), NSW Agricultural Institute, Wollongbar, NSW

DR. ELAINE INGHAM PhD. President Soil Food Web Institute Inc., Corvallis, Oregon. USA

MR. ORF BARTROP, Devonport, Tasmania

MR. JOHN DIROU, N.S.W. Department of Agriculture, Alstonville, NSW

EFFECTS OF MULCH ON AVOCADO AND CITRUS

B.A. Faber¹, A.J. Downer¹ and J.A. Menge²

UCCE, 669 County Square Dr., Ventura, CA 93003, USA. E-mail: bafaber@ucdavis.edu

Plant Path, UC Riverside, CA 92527, USA. E-mail: menge@ucr.ac1.ucr.edu

SUMMARY

Organic mulches were applied to two avocado and two citrus orchards over a four year period. Soil moisture, weed suppression, tree canopy, root growth, soil/leaf nutrient status and fungal populations were measured. There was a pronounced effect of mulches on soil moisture (reduced evaporative loss) and weed growth (substantially reduced with mulch), but plant canopy and leaf nutrient status changes were negligible during the time frame, although soil nutritional changes were noted. An important effect of mulches on root architecture was an increase in root length and spatial distribution in avocado, which was not found in citrus. This change in rooting pattern may partially be responsible for improved disease resistance in avocado.

Key Words: *Citrus sinensis*, *C. limon*, *Persea americana*, *Phytophthora*, yard trimmings, soil moisture, soil nutrition

INTRODUCTION

Citrus, with a value of more than US\$600 million, and avocados, with a value of more than US\$240 million annually, are among the 10 top most valuable commodities grown in California. In 1990, a law came into force which mandated the redirection of landscape trimmings from land fills to more beneficial use. The subtropical tree crops industry has been viewed as a potential user of mulch derived from diverted landscape materials. These crops have been targeted because of the relatively high value of the crop being able to pay for the hauling and spreading of the materials.

The effects of yard trimmings as mulches have been shown to be highly beneficial to growth and production of numerous crops. The effects have ranged from reduced water use (Opitz, 1974), improved water infiltration (Gregoriou and Rajkumar, 1984; Jones, 1961), reduced weed growth (Lanini, 1988), increased soil fertility (Weeks, 1945), control of soil-borne diseases (Hoitink, 1991) along with myriad other effects (McNees, 1916). Avocado trees in particular may benefit from

mulches since they are prone to a devastating disease caused by *Phytophthora cinnamomi* – avocado root rot. This is a disease that is enhanced by soil and management conditions that exacerbate water logging. This disease affects about 75% of the California plantations. Citrus is also affected by 2 species of *Phytophthora* which, although not as debilitating as avocado root rot, affects nearly 100% of the citrus groves of Southern California.

The purpose of this project was to evaluate the effects of mulch on the growth of citrus and avocado and its effect on the respective soil fungal pathogens of these tree species.

MATERIALS & METHODS

The trial consisted of two lemon citrus orchards and two avocado orchards in coastal Ventura County, 150 km north of Los Angeles. Pommer Ranch consisted of 3 year-old 'Eureka' lemons on 'Macrophylla' rootstock planted on a sandy loam, 3 km from the coast. Twenty replicate trees received either a 2.5 cm layer of mulch, 7.5 or 15 cm initially and each year material was reapplied to the original depth. Twenty trees received no mulch. The mulched trees were treated annually with a raw yard trimming from 1994-98. Mulch was spread under the tree canopy out to the drip line and also down the rows as a strip, mulch was kept away from the trunks. The trial was irrigated by drip irrigation and the treatments were randomized in 5 blocks (4 trees/treatment/block).

A second citrus orchard (Essick Ranch) was laid out in a similar fashion. The trees were 'Navel' orange on 'Troyer' rootstock. The soil was a loam soil irrigated by microsprinkler. This site was at a higher elevation (800 m) than the Pommer site and was both colder in winter and hotter in summer than the Pommer site. At both sites, *Phytophthora citrophthora* and *P. parasitica* were present in the soil.

The avocado sites were both on clay loam soils and irrigated via microsprinkler. The Vanoni site consisted of 'Hass' on either 'Duke 7', 'Thomas' or 'Toro Canyon' rootstocks. Sixteen trees of each rootstock, randomized within the orchard, were treated with either no mulch or a freshly ground *Eucalyptus globulus* mulch. Each tree received 1/3 cubic meter of mulch and the amount was renewed annually the following 3 years to maintain a 15 cm depth. The Sprinkling avocado trial was similar other than using a mixed yard trimmings mulch and consisted of 'Duke 7', 'Thomas' and 'UC2011' rootstocks. At both sites, *Phytophthora cinnamomi* was present. Both sites were 20 km from the coast at 150 m elevation.

At all four sites, trees were evaluated for vegetative growth, tree appearance, fruit yield, leaf/soil nutrients on an annual basis, root growth, *Phytophthora sp.* populations, soil water, and weed suppression. Vegetative growth was measured by trunk and canopy circumferences. Tree appearance was on a relative scale of 0 to 5, with 5 being a dead tree. Root length was measured with the Newman technique (Newman, 1966). *Phytophthora* numbers were measured by the most probable number (MPN) technique (Alexander, 1982). Soil moisture tension was measured with tensiometers (Irrrometer Co., Riverside, CA, USA) at two soil depths (0.2 and 1 m) with stations in each replicate plot. Weed densities were measured monthly by counting weed numbers in a 1 square meter grid tossed randomly on to each replicate plot. Statistics were performed with StatView (SAS Institute, Cary, NC, USA).

RESULTS & DISCUSSION

The most pronounced immediate effects of the mulch are demonstrated at the Pommer and Essick citrus plots. Figure 1 demonstrates the reduced evaporative loss from plots that have received

mulch. Soil moisture tension was consistently higher in unmulched plots at all trial sites. This difference required growers to make adjustments to their irrigation schedules to accommodate the higher soil moisture contents that could be conducive to root rots. The other immediate effect was reduced weed populations in the mulched plots (Figure 2). A 15 cm mulch depth resulted in the greatest reduction in weeds, but even the 2.5 cm depth had some effect.

At all sites there was a difference in soil nutritional levels between mulch treatments and controls (Table 1), after four years of mulch applications. However, even in the most pronounced example of a difference in soil nutritional levels at the Vanoni avocado site, there were not markedly different leaf nutritional levels (Table 1). There were slight but significantly lower levels in N, P, K, Mg, Zn, and higher pH in soils with no mulch, but these soil changes had only a moderate effect on a lower leaf Zn. At three of the sites, there was no difference in canopy volume in either lemon, orange or avocado trees (Table 2).

At the Sprinkling avocado site there was a change in canopy volume and this was influenced by the rootstock (Table 3). 'Duke 7' is a clonal rootstock which has moderate resistance to root rot, whereas 'UC2011' and 'Thomas' have some of the greatest resistance to root rot of all the selections in the UC Riverside breeding program. All of the mulched rootstocks had an improved visual rating (Table 3), but the 'Duke 7' had the greatest growth response.

The more pronounced growth of 'Hass' on 'Duke 7' is thought to be partially a result of a change in root architecture. At both avocado sites there was an increase in root length resulting from the mulch (Table 4). This was not the case at the two citrus sites. In the case of both avocado sites, roots were found growing in the mulched volume.

On closer examination of avocado root length, root infection and *Phytophthora* populations at the Sprinkling site, it became apparent that the root distribution had changed, such that the roots had grown out of the soil into the better aerated mulch environment (Table 5). This environment had lower fungal pathogen numbers and lowest incidence of diseased roots (Table 5).

Ongoing research is evaluating the disease suppression of mulches, but there is clearly a physical effect of mulches on root architecture, as well as other soil physical effects such as soil moisture. The long-term nutritional and biological effects may also be important, but as can be seen in this trial, they are not significant on these soils in this environment during the time frame of this trial.

REFERENCES

- ALEXANDER, M. 1982. Most probable number method for microbial populations. pp. 815-820. in: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2nd Ed. A.L. Page ed. American Society of Agronomy, Madison, W I.
- GREGORIOU, C. AND D. RAJKUMAR. 1984. Effects of irrigation and mulching on shoot and root growth of avocado (*Persea americana* Mill.) and mango (*Mangifera indica* L.). *J. Hort Sci.* 59(1): 109-117.
- HOITINK, H.A., Y. INBAR AND M.J. BOEHM. 1991. Status of compost-amended potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops. *Plant Disease* 75(9): 869-873.
- JONES, W., C.B. CREE AND T.W. EMBLETON. 1961. Some effects of nitrogen sources and cultural practices on water intake by soil in a Washington navel orange orchard and on fruit production, size and quality. *Proc. Amer. Soc Hort. Sci.* 77:146-154.

LANINI, W.T., J.M. SHRIBBS AND C.E. ELMORE. 1988. Orchard floor mulching trials in the USA. *Le Fruit Belg.* 56(3): 228-249.

MCNEES, R. 1916. Mulching experiment. *Calif. Citrograph* 1:1-10.

NEWMAN, E.I. 1966. A method of estimating the total length of root in a sample. *J. Appl. Ecol.* 3: 139-145.

WEEKS, W.D., C.T. SMITH AND M. DRAKE. 1950. Residual effects of heavy mulching in a bearing apple orchard on soil nutrients. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 56:1-4.

Table 1. Effect of mulch on selected soil and avocado leaf nutritional levels after 4 years of mulching at Vanoni site.

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	pH
Soil	(%)	(ppm)	(ppm)	(meq/L)	(meq/L)	(ppm)	(ppm)	
mulch	1.59 A*	17.6 A	284.6 A	26.7 A	9.9 A	7.3 A	30.7 A	7.19 B
control	1.22 B	12.2 B	218.3 B	26.8 A	8.1 B	6.7 B	23.7 B	7.26 A
Leaf	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	
mulch	2.54 A	0.49 A	1.15 A	1.43 A	0.38 A	20.0 A	35.5 A	
control	2.80 A	0.47 A	1.12 A	1.45 A	0.38 A	19.3 B	36.7 A	

* Mean values followed by identical letters are not statistically different according to ANOVA at P=0.05.

Table 2. Effect of mulches on canopy volume (cubic meters) after 4 years of mulching.

Treatment	Lemon	Orange	Vanoni Avocado
no mulch	15.24 A *	10.58 A	25.1 A
2.5 cm	16.31 A	9.98 A	NA
7.5 cm	11.77 A	9.45 A	NA
15.0 cm	12.80 A	9.36 A	25.7 A

* mean values followed by identical letters are not statistically different according to Waller's k-ratio test.

Table 3. Effect of mulches on canopy volume (cubic meters) and tree health on avocado trees with 3 different root-stocks after 4 years of mulching at Sprinkling.

Treatment	Duke 7		UC2011		Thomas	
	Can. Vol.	Rating **	Can. Vol.	Rating	Can. Vol.	Rating
control	1.49 B	1.83 A	2.25 A	1.33 A	3.24 A	0.46 A
mulch	2.81 A	0.43 B	2.86 A	0.52 B	3.79 AB	0.12 A

* Mean values followed by identical letters are not statistically different according to Waller's k-ratio test.

** 0-5, 5 is dead.

Table 4. Effect of mulch on root length in citrus (2 sites) and avocado (2 sites) trials.

Treatment	Lemon	Orange	Avocado 1	Avocado 2
	Root length (cm/100 cc soil) *			
Control	7.1 A	14.6 A	13.3 B	5.1 B
Mulch	6.1 A	8.7 A	19.0 A	14.5 A

* Mean values in each column followed by identical letters are not statistically different according to Waller's k-ratio test
1: Sprinkling, 2: Vanoni

Table 5. Effect of mulch on avocado root length, root infection and fungal populations from samples taken at various depths at Sprinkling site.

Location	Root Length (cm)	Root Infection (#/root)	Phytophthora (MPN)
Mulched Tree			
mulch surface	0.00 B *	0.00 B	0.0 B
mid-mulch	8.34 AB	0.00 B	0.0 B
interface	22.71 AB	0.40 B	0.0 B
soil 7.5 cm	6.70 AB	1.20 A	1.2 A
soil 15 cm	8.80 AB	0.80 AB	0.6 AB
Unmulched Tree			
soil surface	0.00 B	0.0 B	0.0 B
soil 7.5 cm	37.34 A	0.4 B	1.0 A
soil 15 cm	6.95 B	1.0 A	0.4 AB

* Mean values in each column followed by the same letter are not significantly different according to two-way ANOVA and LSD (P<0.05) using 5 replications of mulched and unmulched tree pairs.

Figure 1. Soil moisture tension under mulched and unmulched trees after an irrigation at Vanoni site. Standard error bars for each sampling date are for the means of sixteen trees for each treatment.

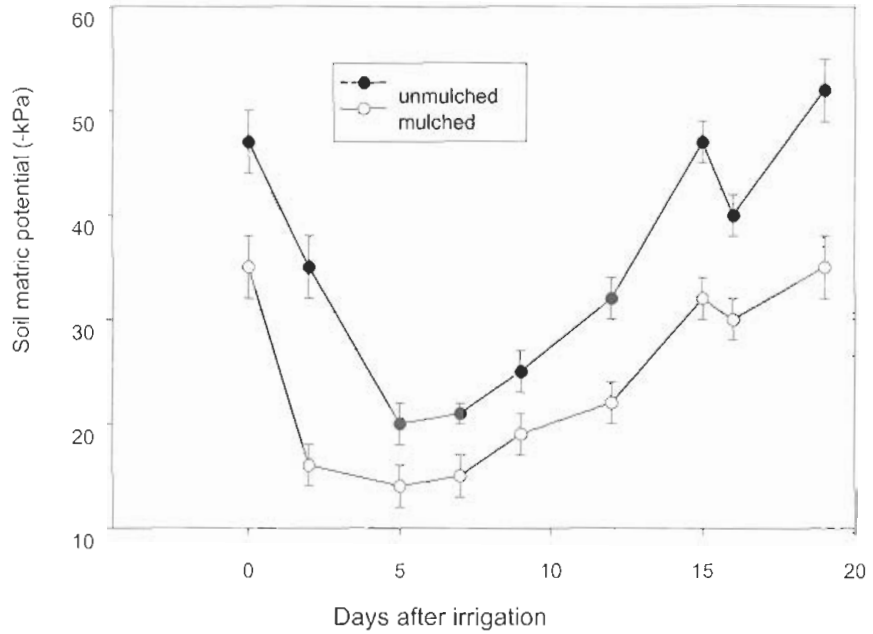
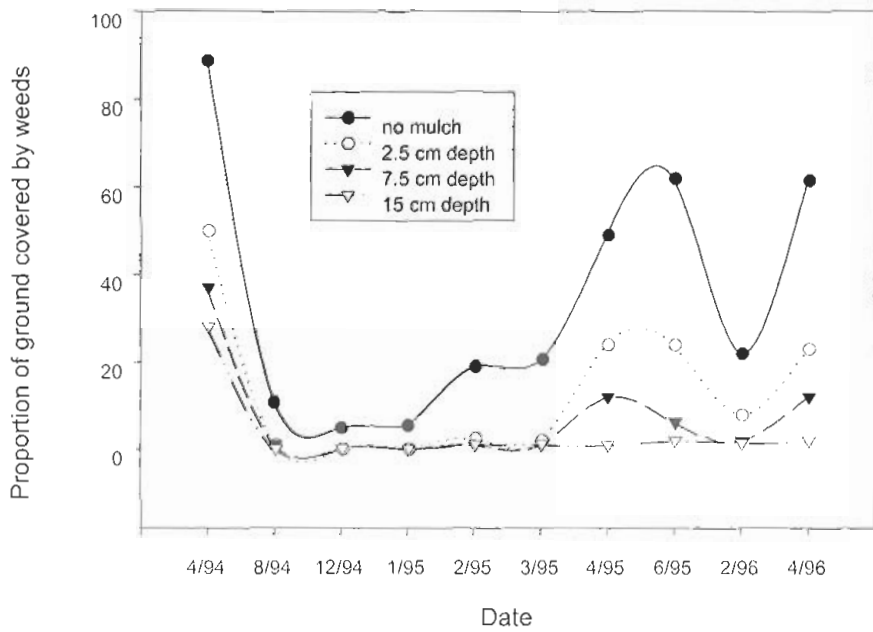


Figure 2. Percentage weed cover at Essick plots with different depths of mulch from April 1994 to April 1996. Mulch depths were maintained



TRICHODERMA IN ORGANIC AGRICULTURE

E. Monte¹ and A. Llobell²

¹Centro Hispano Luso de Investigaciones Agrarias, Edificio Departamental, lab 208, Universidad de Salamanca. emv@usal.es

²Instituto de Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis Isla de la Cartuja, CSIC-Universidad de Sevilla. llobea@nu.ac.za

SUMMARY

Biocontrol, or Biological Control, can be defined as the use of natural organisms, or genetically modified, genes or gene products, to reduce the effects of undesirable organisms to favour organisms useful to human, such as crops, trees, animals and beneficial microorganisms. This strategy of control is ecologically clean and compatible with different models of agriculture: organic, biological and integrated pest/pathogen management (IPM) programmes.

The main antagonist used in disease control in Agriculture is the fungus *Trichoderma harzianum* Rifai, a low cost biocontrol agent that can establish itself in different pathosystems, has moderate effects on soil balance and does not harm beneficial organisms that contribute towards pathogen's control. This biocontrol agent has not harmful effects on humans, wild life and other beneficial organisms. *T. harzianum* is a safe and effective biocontrol agent in both natural and controlled environments that does not accumulate in the food chain and to which it has not been described resistance.

Trichoderma strains used as biocontrol agents can act: a) colonizing the soil and/or parts of the plant, occupying a physical space and avoiding the multiplication of the pathogens; b) producing cell wall degrading enzymes against the pathogens; c) producing antibiotics that can kill the pathogens; d) promoting the plant development and e) inducing the defensive mechanisms of the plant.

Antifungal formulations based on *Trichoderma* strains and proteins require, as in the case of chemical fungicides, a costly and sound registration process previous to their commercialization. For this reason, many of these biological products are being offered to the farmers under the category of fertilizers and other commercial products that are not tightly regulated, and, hence, they do

not offer sufficient guarantee of quality and sanitary control. This fraud must be prosecuted since most of these wrongly registered formulations have not got a *Trichoderma* inoculum, shelflife or other properties stated in their label.

We have developed *Trichoderma* formulations against the main avocado root pathogens: *Phytophthora cinnamomi* and *Dematophora necatrix*.

Key Words: *Trichoderma*, biological control.

INTRODUCTION

Trichoderma is a fungal genus that was described in 1794, including anamorphic fungi isolated primarily from soil and decomposing organic matter (Persoon 1794). Strains within this genus include a wide spectrum of evolutionary solutions that range from very effective soil colonizers with high biodegradation potential, to non-strict plant symbionts that colonize the rhizosphere. Species concepts within *Trichoderma* are very wide, which has resulted in the recognition of many infraspecific groups. Some groups of biotypes within this conglomerate are able to antagonize phytopathogenic fungi by using substrate colonization, antibiosis and/or mycoparasitism as the main mechanisms. This antagonistic potential is the base for effective applications of different *Trichoderma* strains as an alternative to the chemical control against a wide set of fungal plant pathogens (Chet 1987; Harman and Björkman 1998). As a consequence of the variety of activities displayed by the *Trichoderma* strain conglomerate, a large range of applications have been developed: the antagonistic potential is the basis for the effective control of a wide set of phytopathogenic fungi (Papavizas, 1985; Samuels, 1996) and the biodegradative capacity is a source of useful enzymes in different industrial sectors (Harman and Kubicek 1998).

BIODIVERSITY OF TRICHODERMA

Most of the *Trichoderma* species are morphologically very similar and were considered for many years as a single species: *T. viride* (Bisby 1939). Since new species were discovered, a consolidated taxonomical scheme was needed and Rifai (1969) proposed and defined nine morphological species aggregates. DNA methods brought additional valuable criteria to the taxonomy of *Trichoderma* which are being used today for studies that include identification (Hermosa et al. 2001; Lübeck et al. 2000) and phylogenetic classification (Kullnig-Gradinger et al. 2002; Lieckfeldt and Seifert 2000). Most isolates of the genus *Trichoderma* that were found to act as mycoparasites of many economically important aerial and soil-borne plant pathogens, have been classified as *T. harzianum* Rifai (Gams and Meyer, 1998). Due to the fact that the species "*harzianum*" is generally considered as a group made of mycoparasitic and biocontrol strains, and there is large morphological plasticity that results in character overlaps with other species, the identification of the species may be difficult. Several authors have reported a large genetic variability among *T. harzianum* isolates (Bowen et al. 1996; Gomez et al. 1997; Grondona et al. 1997; Muthumeenakshi et al, 1994). In fact, it has been demonstrated that at least four distinct species are present within the biocontrol *T. harzianum* aggregate: *T. harzianum* s.str., *T. atroviride*, *T. longibrachiatum* and *T. asperellum* (Hermosa et al. 2000). Coevolution of organisms antagonistic to pathogens results in many *Trichoderma* strains being inactive against fungi other than those against which they were originally selected. This is strongly advantageous in that they are less likely to act against non-target organisms, but it does mean that a new selection process must take place for each crop/pathogen combination (Grondona et al., 1997).

The use of *Trichoderma* species as biological control agents has been investigated for over 70 years but it is only relatively recently that strains have become available commercially. Many *Trichoderma* strains, mainly *T. harzianum*, *T. viride* and *T. virens* (formerly *Gliocladium virens*), have been identified as having potential applications in biological control and a partial list of genera of plant pathogenic fungi affected by *Trichoderma* includes: *Armillaria*, *Botrytis*, *Chondrostereum*, *Colletotrichum*, *Dematophora*, *Diaporthe*, *Endothia*, *Fulvia*, *Fusarium*, *Fusicladium*, *Helminthosporium*, *Macrophomina*, *Monilia*, *Nectria*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Plasmopara*, *Pseudoperonospora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Venturia*, *Verticillium*, and wood rot fungi (Lumsden et al., 1993; Monte, 2001).

Biocontrol agents are widely regarded by the general public as “natural” and therefore non-threatening products, although risk assessments must clearly be carried out on their effects on non-target organisms. Moreover, knowledge concerning the behaviour of such antagonists is essential for their effective use.

MECHANISMS OF ACTION

The choice of active *Trichoderma* strains is important in designing effective and safe biocontrol strategies. Many species of *Trichoderma* have multiple strategies for fungal antagonism, and indirect effects on plant health (such as plant growth promotion effects and fertility improvements) also vary. Some strains are potent antibiotic producers, and their suitability for use in biocontrol systems must be carefully assessed. However, many other active strains have no antibiotic capacity, and these are likely to be more useful in food production systems. *Trichoderma* biocontrol strains have evolved numerous mechanisms for both attacking other fungi and enhancing plant and root growth (Harman 2000). The colonization of the root system by rhizosphere competent strains of *Trichoderma* results in increased development of root and/or aerial systems and crop yields (Harman and Kubicek 1998). Other activities, like the induction of plant systemic resistance and antagonistic effects on plant pathogenic nematodes (Sharon et al. 2001), have also been described. These facts strongly suggest that during the plant-*Trichoderma* interactions, the fungus participates actively in protecting and improving its ecological niche. The dual roles of antagonistic activity against plant pathogens and promotion of soil fertility make *Trichoderma* strains appealing alternatives to soil fumigation technologies such as methyl bromide.

Strains of *Trichoderma* may also be aggressive biodegraders (Wardle et al. 1993) and act as competitors to fungal pathogens in their saprofitic phases, especially when nutrients are a limiting factor (Simon and Sivasithamparam 1989). Strains have been reported as promoting activities of non-pathogenic bacteria (Vrany et al. 1990) and mycorrhizal fungi (Calvet et al. 1993). In the 1990s, the ability of *Trichoderma* strains to synthesize substances inducing SAR-like responses in plants was shown (Elad 1996; Enkerli et al. 1999). Molecules produced by *Trichoderma* and/or its metabolic activity also have potential for promoting plant growth (Yedia et al. 1999). Application of the species *T. harzianum* to plants resulted in improved seed germination, increased plant size, and augment of leaf area and weight (Altomare et al. 1999; Inbar et al. 1994). The scenario of combined systemic biofungicides and plant growth promoters has great market potential if the molecular basis of the activities can be identified.

The strong biodegradation and substrate colonization performances of *Trichoderma* strains is the result of an amazing metabolic versatility and a high secretory potential which leads to the production of a complex set of hydrolytic enzymes. Similarly, the mycoparasitic process is based on the secretion of a rich cocktail of cell wall degrading enzymes (CWDEs) able to hydrolize the cell wall of various hosts (Kubicek et al. 2001). Among others, chitinases (de la Cruz et al. 1992), b-1,3-glucanases (de la Cruz et al. 1995b; Lorito et al. 1994; Noronha and Uíhoa 1996), b-1,6-glucanases (de la Cruz et al. 1995a; de la Cruz and Llobell 1999), a-1,3-glucanases (Ait-Lahsen et al.

2001) and proteases (Geremia *et al.* 1993; Suárez 2001) have been described as important components of the multi-enzymatic system of *Trichoderma* strains. Some of these proteins display strong antifungal activities when are applied *in vitro*, alone and/or combined, against plant pathogens (Harman 2000). Some lytic enzymes can be involved in both antagonistic and saprophytic processes providing an evolutionary advantage to strains with both biodegrading and antagonistic potential, for the efficient colonization of different ecological niches in soil. A principal role in mycoparasitism has been attributed to chitinases (Lorito 1998) and glucanases (Benítez *et al.* 1998). However, fungal proteases may also be significantly involved in cell wall degradation, since fungal cell walls contain chitin and glucan polymers embedded in and covalently linked to a protein matrix (Kapteyn *et al.* 1996).

The production of secondary metabolites by *Trichoderma* strains also shows great variety and application potential. *Trichoderma* strains seem to be an inexhaustible source of antibiotics, from the acetaldehydes gliotoxin and viridin (Dennis and Webster 1971), to alpha-pyrone (Keszler *et al.* 2000), terpenes, polyketides, isocyanide derivatives, piperacines, and complex families of peptaibols (Sivasithamparam and Ghisalberti 1998). All these compounds produce synergistic effects in combination with CWDEs, with strong inhibitory activity on many fungal plant pathogens (Lorito *et al.* 1996; Schirmböck *et al.* 1994). The potential of genes involved in biosynthetic pathways of antibiotics [e.g. polyketides, Sherman (2002) and peptaibols (Wiest *et al.* 2002)] with applications in human and veterinary medicine is not been explored yet.

Trichoderma is not only a good biocontrol agent, but also a general fertility promoter. In the absence of pathogens, application of appropriate *Trichoderma* formulations (following solarization and/or preceding fumigation with authorized and environmentally-friendly chemicals) can also serve to promote plant growth and crop precocity, increase fruit production and reduce chemical treatments.

SELECTION OF TRICHODERMA STRAINS

Once active strains have been identified with the *in vitro* assays, a further selection must be done by studying other factors such as: 1) activity *in vivo* using experimentally induced diseases on plants, 2) tolerance of high or low temperatures (necessary to survive other IPM treatments), 3) suitability for formulation as foliar sprays and/or soil enhancements (e.g. high sporulation levels, rapid growth in bulk conditions), 4) specificity (strains should be inactive against beneficial organisms and plant crops), 5) long-term survival in field conditions, 6) interactions with other *Trichoderma* strains already present in the cropping systems, 7) compatibility with agrochemicals used in the crop, or 8) shelflife and inoculum efficacy under commercial conditions.

TRICHODERMA IN AVOCADO PROTECTION

We have developed a biocontrol formulation, based on *Trichoderma* conidia, that was tested with satisfactory results against the main avocado root pathogens: *Phytophthora cinnamomi* and *Dematophora necatrix* in plantations maintained in the ecological conditions of Motril (Granada, Spain). *D. necatrix* is more resistant than *P. cinnamomi* to the action of *Trichoderma* biocontrol strains. However, being more difficult, the control by *Trichoderma* of root diseases caused by *D. necatrix* is effective (Freeman *et al.*, 1986).

TRICHODERMA PROTEIN FORMULATIONS

Trichoderma protein extracts with high glucanase and chitinase activities, directly obtained from wild type strains (Lorito, 1998), have been demonstrated to be effective as biofungicides. They can also be combined with chemicals (carbendazim, iprodione) with synergistic effects, and are stable enough to be considered for commercial application. We have investigated the antifungal properties of the proteins produced by *Trichoderma* species in laboratory and field conditions, defining the concentration of protein necessary to produce fungicide effects. It is recommended that any protein formulations contains at least one enzyme from each of the following classes: endochitinase, exochitinase, endoglucanase, exoglucanase (β -1,3 plus β -1,6), proteases and cellulase (endocellulase). More than two enzymes from each class did not provide additional antifungal effect. In the field trials carried out with *Trichoderma* protein extracts, increased average weight of both roots and fruit per plant was detected in plots treated with *Trichoderma* proteins. The protein filtrates increased the total useful fruit weight by increasing the number of fruits of commercial size. These tests showed that *Trichoderma* chitinases and glucanases have no effect on the plant even if relatively large quantities are injected into plant tissues. CWDEs are not harmful to humans and animals, as indicated by eco-toxicological tests for registration of strains of *Trichoderma* for use as biocontrol agents in USA and the EU, and degrade into environmentally friendly residues. CWDEs can be effectively combined with whole-organism *Trichoderma* control, with considerable opportunities for synergism. CWDEs are particularly suited to post-harvest control.

The genes coding for protein production can be introduced into suitable organisms to be used as cell factories for large-scale production of CWDEs.

TRICHODERMA GENES

Several methods for applying both biocontrol and plant growth promotion exerted by *Trichoderma* strains have recently been demonstrated and it is now clear that hundreds of separate genes and gene products are involved in the processes of mycoparasitism, antibiosis, competition for nutrients or space, tolerance to stress through enhanced root and plant development, solubilization and sequestration of inorganic nutrients, induced resistance and inactivation of enzymes produced by pathogens (Monte 2001). Some of these genes have been identified, cloned from *Trichoderma* spp. (that offer great promise as transgenes to produce crops that are resistant to plant diseases since transgenic expression of high levels of chitinolytic and glucanolytic *Trichoderma* enzymes do not affect plant morphology, development or yield, or infection by arbuscular mycorrhizal fungi), patented and used to transgenically increase plant disease resistance (Lorito et al. 1998), but most of them are still unexploited for developing new biotechnologies.

Aknowledgements

We want to thank the staff of Newbiotechnic S.A. (NBT), Seville (Spain), for their contribution to the production of *Trichoderma* formulations and generation of results necessary to write this manuscript.

REFERENCES

AIT-LAHSEN H, SOLER A, REY M, DE LA CRUZ J, MONTE E, LLOBELL A 2001. An antifungal exo- α -1,3-glucanase (AGN13.1) from the biocontrol fungus *Trichoderma harzianum*. Appl Environ Microbiol 67: 5833-5839.

- ALTOMARE C, NORVELL WA, BJÖRKMAN T, HARMAN GE 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai strain 1295-22. *Appl Environ Microbiol* 65: 2926-2933.
- BENÍTEZ T, LIMÓN C, DELGADO-JARANA J, REY M 1998. Glucanolytic and other enzymes and their genes. In: Kubicek CP, Harman GE (eds). *Trichoderma and Gliocladium* Vol. 2. Taylor and Francis, London, pp 101-127.
- BISBY GR 1939. *Trichoderma viride* Pers. Ex Fries, and notes on *Hypocrea*. *Trans Br Mycol Soc* 23: 149-168.
- BOWEN JK, FRANICEVIC SC, CROWHURST RN, TEMPLETON MD, STEWART A 1996. Differentiation of a specific *Trichoderma* biocontrol agent by restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis. *N Z J Crop Hort Sci* 24: 207-217.
- CALVET C, PERA J, BAREA JM 1993. Growth response of marigold (*Tagetes erecta* L.) to inoculation with *Glomus mosseae*, *Trichoderma aureoviride* and *Pythium ultimum* in a peat-perlite mixture. *Plant and Soil* 148:1-6.
- CHET I 1987. *Trichoderma* - application, mode of action, and potential as biocontrol agent of soil-borne plant pathogenic fungi. In: Chet I (ed). *Innovative Approaches to Plant Disease Control*. John Wiley, New York, pp 137-160.
- DE LA CRUZ J, LLOBELL A 1999. Purification and properties of a basic endo-b-1,6-glucanase (BGN16.1) from the antagonistic fungus *Trichoderma harzianum*. *Eur J Biochem* 265: 145-151.
- DE LA CRUZ J, HIDALGO-GALLEGO A, LORA JM, BENÍTEZ T, PINTOR-TORO JA, LLOBELL A 1992. Isolation and characterization of three chitinases from *Trichoderma harzianum*. *Eur J Biochem* 206: 859-867.
- DE LA CRUZ J, PINTOR-TORO JA, BENÍTEZ T, AND LLOBELL A 1995a. Purification and characterization of an endo-b-1,6-Glucanase from *Trichoderma harzianum* that is related to its mycoparasitism. *J Bacteriol* 177: 1864-1871.
- DE LA CRUZ J, PINTOR-TORO JA, BENÍTEZ T, LLOBELL A, ROMERO L 1995b. A novel endo-b-1,3-glucanase, BGN13.1, involved in the mycoparasitism of *Trichoderma harzianum*. *J Bacteriol* 177: 6937-6945.
- DENNIS C, WEBSTER J 1971. Antagonistic properties of species groups of *Trichoderma*. III: Hyphal interactions. *Trans Br Mycol Soc* 57: 363-369.
- ELAD Y 1996. Mechanisms involved in the biological control of *Botrytis cinerea* incited diseases. *Eur J Plant Pathol* 102: 719-732.
- ENKERLI J, FELIX G, BOLLER T 1999. Elicitor activity of fungal xylanase does not depend on enzymatic activity. *Plant Physiol* 121: 391-398.
- FREEMAN S, SHTIENBERG A, CHET I 1986. Evaluation of *Trichoderma* as a biocontrol agent of *Rosellinia necatrix*. *Plant and Soil* 94: 163-170.
- GAMS W, MEYER W 1998. What exactly is *Trichoderma harzianum* Rifai? *Mycologia* 90: 904-915.
- GEREMIA RA, GOLDMAN GH, JACOBS D, ARDILES W, VILA SB, VAN MONTAGU M, HERRERA-ESTRELLA A 1993. Molecular characterization of the proteinase-encoding gene, *prb1*, related to mycoparasitism by *Trichoderma harzianum*. *Mol Microbiol* 8: 603-613.

- GÓMEZ I, CHET I, HERRERA-ESTRELLA A 1997. Genetic diversity and vegetative compatibility among *Trichoderma harzianum* isolates. *Mol Gen Genet* 256: 127-135.
- GRONDONA I, HERMOSA MR, TEJADA M, GOMIS MD, MATEOS PF, BRIDGE PD, MONTE E, GARCÍA-ACHA I 1997. Physiological and biochemical characterization of *Trichoderma harzianum*, a biological control agent against soilborne fungal plant pathogens. *Appl Environ Microbiol* 63: 3189-3198.
- HARMAN GE 2000. Myths and dogmas of biocontrol. *Plant Dis* 84: 377-393.
- HARMAN GE, BJÖRKMAN T 1998. Potential and existing uses of *Trichoderma* and *Gliocladium* for plant disease control and plant growth enhancement. In: Kubicek CP, Harman GE (eds). *Trichoderma and Gliocladium* Vol. 2. Taylor and Francis, London, pp 229-265.
- HARMAN GE, KUBICEK PK 1998 *Trichoderma and Gliocladium* Vol 2. Enzymes, biological control and commercial applications. Taylor and Francis, London, pp 1-393.
- HERMOSA MR, GRONDONA I, DÍAZ-MÍNGUEZ JM, ITURRIAGA EA, MONTE E 2001. Development of a strain-specific SCAR marker for the detection of *Trichoderma atroviride* 11, a biological control agent against soilborne fungal plant pathogens. *Curr Genet* 38: 343-350.
- HERMOSA MR, GRONDONA I, ITURRIAGA EA, DÍAZ-MÍNGUEZ JM, CASTRO C, MONTE E, GARCÍA-ACHA I 2000. Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma* spp. *Appl Environ Microbiol* 66: 1890-1898.
- INBAR J, ABRAMSKY M, COEN D, CHET I 1994. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. *Eur J Plant Pathol* 100: 337-346.
- KAPTEYN JC, MONTIJN RC, VINK E, DE LA CRUZ J, LLOBELL A, DOUWES JE, SHIMO I, LIPKE PN, KLIS FM 1996. Retention of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall proteins through a phosphodiester-linked b-1,3-/b-1,6-glucan heteropolymer. *Glycobiology* 6: 337-345.
- KESZLER A, FORGACS E, KOTAI L, VIZCAÍNO JA, MONTE E, GARCÍA-ACHA I 2000. Separation and identification of volatile components in the fermentation broth of *Trichoderma atroviride* by solid-phase extraction and gas chromatography-mass spectroscopy. *J Chromatograph Sci* 38: 421-424.
- KUBICEK CP, MACH RL, PETERBAUER CK, LORITO M 2001. *Trichoderma*: from genes to biocontrol. *J Plant Path* 83: 11-23.
- KULLNIG-GRADINGER CM, SZAKACS G, KUBICEK CP 2002. Phylogeny and evolution of the genus *Trichoderma*: multigene approach. *Mycol Res*. 106: 757-767.
- LIECKFELDT E, SEIFERT KA 2000. An evaluation of the use of ITS sequences in the taxonomy of the Hypocreales. *Stud Mycol* 45: 35-44.
- LORITO M 1998. Chitinolytic enzymes and their genes. In: Kubicek CP, Harman GE (eds). *Trichoderma and Gliocladium* Vol. 2. Taylor and Francis, London, pp 73-99.
- LORITO M, FARKAS V, REBUFFAT S, BODO B, KUBICEK CP 1996. Cell-wall synthesis is a major target of mycoparasitic antagonism by *Trichoderma harzianum*. *J Bacteriol* 178: 6382-6385.
- LORITO M, HAYES CK, DI PIETRO A, WOO SL, HARMAN GE 1994. Purification, characterization and synergistic activity of a glucan 1,3-b-glucosidase and an N-acetyl-b-glucosaminidase from *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology* 84: 398-405.

LORITO M, WOO SL, GARCÍA FERNÁNDEZ I, COLUCCI G, HARMAN GE, PINTOR-TORO J.A, FILIPPONE E, MUCCIFLORA S, LAWRENCE C, ZOINA A, TUZUN S, SCALA F 1998. Genes from mycoparasitic fungi as a source for improving plant resistance to fungal pathogens. Proc Natl Acad Sci USA 95:7860-7865.

LÜBECK M, POULSEN SK, LÜBECK PS, JENSEN DF, THRANE U 2000. Identification of *Trichoderma* strains from building materials by ITS1 ribotyping, UP-PCR fingerprinting and UP-PCR cross hybridization. FEMS Microbiol Lett 185: 129-134.

LUMSDEN RD, LEWIS JA, FRAVEL DR 1993. Formulation and delivery of biocontrol agents for use against soilborne plant pathogens. In Hall FR and Barry JW (eds). Biorational Pest Control Agents: Formulation and Delivery. American Chemical Society, Washington, pp. 166-188.

MONTE E 2001. Editorial Paper: Understanding *Trichoderma*: Between Agricultural Biotechnology and Microbial Ecology. Int Microbiol 4: 1-4.

MUTHUMEENAKSHI S, MILLS PR, BROWN AE, SEABY DA 1994. Intraspecific molecular variation among *Trichoderma harzianum* isolates colonizing mushroom compost in British Isles. Microbiology 140: 769-777.

NORONHA EF, ULHOA CJ 1996. Purification and characterization of an endo- β -glucanase from *Trichoderma harzianum*. Can J Microbiol 42: 1039-1044.

PAPAVIZAS GC 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology and potential for biocontrol. Annu Rev Phytopathol 23: 23-54.

RIFAI MA 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. Mycol Pap 116: 1-116.

SAMUELS GJ 1996. *Trichoderma*: a review of biology and systematics of the genus. Mycol Res 100: 923-935.

SCHIRMBÖCK M, LORITO M, WANG Y-L, HAYES CK, ARISAN-ATAÇ I, SCALA F, HARMAN GE, KUBICEK CP 1994. Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonistic action of *Trichoderma harzianum* against phytopathogenic fungi. Appl Environ Microbiol 60: 4364-4370.

SHARON E, BAR-EYAL M, CHET I, HERRERA-ESTRELLA A, KLEIFELD O, SPIEGEL Y 2001. Biocontrol of the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 91: 687-693.

SHERMAN DH 2002. New enzymes for "warheads". Nature Biotechnol 20: 984-985.

SIMON A, SIVASITHAMPARAM K 1989. Pathogen suppression: a case study in biological suppression of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* in soil. Soil Biol Biochem 21: 331-337.

SIVASITHAMPARAM KY, GHISALBERTI EL 1998. Secondary metabolism in *Trichoderma* and *Gliocladium*. In: Kubicek CP, Harman GE (eds). *Trichoderma* and *Gliocladium* Vol. 2. Taylor and Francis, London, pp. 139-191.

SUÁREZ B 2001. Caracterización y detección molecular de cepas de *Colletotrichum* causantes de antracnosis en fresa. Búsqueda de proteasas de *Trichoderma* implicadas en su biocontrol. PhD thesis, University of Salamanca, Spain.

VRANY J, RASOCHOVA M, FIKER A, DOBIAS K 1990. Inoculation of potatoes with microorganisms under field conditions. I. Effect on plant growth, yields and physiological properties on tubers in potato and sugar-beet regions. Folia Microbiologica 35: 326-335.

WARDLE DA, PARKINSON D, WALLER JE 1993. Interspecific competitive interactions between pairs of fungal species in natural substrates. *Oecologia* 94: 165-172.

WIEST A, GRZEGORSKI D, XU BW, GOULARD C, REBOUFFAT S, EBBOLE DJ, BODO B, KENERLEY CM 2002. Identification of peptaibols from *Trichoderma virens* and cloning of a peptaibol synthetase. *J Biol Chem* 277: 20862-20868.

YEDIDIA I, BENHAMOU N, CHET I 1999. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Appl Environ Microbiol* 65: 1061-1070.

EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE PRODUCTOS NO CONVENCIONALES CONTRA TRIPS EN EL CULTIVO DE AGUACATE (*PERSEA AMERICANA* MILL. CV. HASS) EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN, MÉXICO.

M. Valle-De la Paz¹, J. F. Solís-Aguilar², J. L. Morales-García³ y R. M. Johansen-Naime⁴.

¹ **Maestría en Protección Vegetal, Depto. de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, Edo. de México. México. Correo electrónico: mairvalle@hotmail.com**

² **Depto. de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, Edo. de México. México. Correo electrónico: dirparas@taurus1.chapingo.mx**

³ **INIFAP-Uruapan. 60150. Uruapan, Michoacán, México. Correo electrónico: jlu-ciano@prodigy.net.mx**

⁴ **Instituto de Biología, UNAM. A.P. 70-153 México. 04510 (Coyoacán), DF. Correo electrónico: naime@ibiologia.unam.mx**

RESUMEN

El control biológico ha adquirido gran importancia al necesitar de manera urgente recuperar la armonía en nuestros ecosistemas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad biológica de *Beauveria bassiana* (Mycotrol-ES®) (2 lt/ha), *Verticillium lecanii* (0.4 Kg/ha), *Saccharopolyspora spinosa* (Tracer®) (0.2 lt/ha) y Avermectina (NewMectin 1.8 CE®) (0.2 lt/ha); aceites como la Citrolina® (1.4 lt/ha) y aceite parafínico de petróleo (Saf-T-Side®) (0.8 lt/ha); productos a base de extractos vegetales como Bio Crak® (2 lt/ha) y KillwalC® (2 lt/ha) y un testigo absoluto, además de un producto de uso regional el Dimetoato 400 CE® (1 lt/ha), para el control de trips que afectan el cultivo del aguacate. La investigación se realizó en el Huerto "Las Cruces" del Municipio de Nuevo San Juan Parangaricutiro en el Estado de Michoacán, México, de marzo a septiembre del 2002. Cada tratamiento consistió de cuatro repeticiones las cuales se agruparon en un diseño de bloques completamente al azar. Los tratamientos se aplicaron por un período de 6 meses, la primera aplicación se realizó antes de la floración y el resto después de la formación de frutos, las aplicaciones se realizaron cada mes con una mochila aspersora motorizada. Resultando que, estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, al aplicar

la fórmula de Abbott, se encontró que los productos más efectivos fueron *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Saccharopolyspora spinosa* y Bio Crak[®], al alcanzar como valor más alto de efectividad biológica 82, 71, 76 y 69%, respectivamente, aunque no tan alto como el porcentaje de efectividad de el Dimetoato 400 CE[®] (91%), pero si en la ventaja de que armonizan bien con el medio ambiente.

Palabras Clave: Entomopatógenos, Efectividad biológica, Aguacate, Trips.

INTRODUCCIÓN

México es el primer productor de aguacate a nivel mundial, siendo Michoacán, el estado donde se obtiene la mayoría de la producción del País (Estrada, 1991; SAGAR, 1998), hasta el 85% del total de la producción nacional (SAGAR, 1998). Este cultivo ha tomado importancia debido al incremento de las exportaciones, principalmente con Francia y Estados Unidos de Norteamérica (Bancomex, 1998), por lo que se requiere de una mejor calidad en los frutos, además de una baja cantidad de residuos de agroquímicos. El aguacate como otros frutales, es afectado por problemas fitosanitarios. Entre las plagas de importancia sobresalen los ácaros, el barrenador de ramas y del hueso y diversas especies de trips. Los trips son importantes por que lesionan hojas, flores y frutos como resultado de su alimentación. En frutos causan lesiones que permiten la entrada de la roña del aguacate (*Sphaceloma perseae*) (Marroquín, 1998), además de causar deformaciones que demeritan su calidad (Hoddle, 1998; González *et al.*, 2000). El manejo que le han dado a los trips comprende de una gran cantidad de aplicaciones de insecticidas. Dada la tendencia de este insecto para desarrollar resistencia y las crecientes restricciones que se imponen al uso de pesticidas es poco acertado depender solo de esta estrategia (Parrella y Nicholls, 1996). El uso de productos a base de esporas, de extractos vegetales y de aceites naturales, viene de cierto modo a compensar el daño causado a los sistemas ecológicos, además de la poca investigación que existe en el cultivo de aguacate del uso de hongos entomopatógenos en el control de trips; razón por la cual, se planteó el siguiente objetivo: Evaluar la efectividad biológica de *Beauveria bassiana* (Mycotrol-ES[®]), *Verticillium lecanii*, *Saccharopolyspora spinosa* (Tracer[®]) y Avermectina (NewMectin 1.8 CE[®]); aceites como la Citrolina[®] y aceite parafínico de petróleo (Saf-T-Side[®]); productos a base de extractos vegetales como (Bio Crak[®]) y KillwalC[®] y un testigo absoluto, además de un producto de uso regional el Dimetoato 400 CE[®], para el control de trips que afecten el cultivo del aguacate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron diez tratamientos que corresponden a diferentes productos biológicos, a base de esporas de hongos, extractos vegetales, aceites vegetales comerciales, incluyendo un testigo absoluto y un producto de uso regional. Los productos aplicados fueron los antes mencionados.

El lote experimental midió aproximadamente 0.75 ha. La unidad experimental fue un árbol de aguacate. Cada tratamiento consistió de cuatro repeticiones los cuales se agruparon en un diseño de bloques completamente al azar. Los tratamientos se aplicaron a las dosis recomendadas comercialmente por un período de 6 meses, antes de que se iniciara la floración y después de la formación de frutos, las aplicaciones se realizaron cada mes con una mochila aspersora motorizada. La variable por tratamiento: número de trips / renuevos foliares o florales, se tomó en cuenta para obtener la efectividad biológica de los productos por medio de la fórmula de Abbott (Unterstenhofer, 1976).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo los porcentajes obtenidos en la efectividad biológica indican que los productos más efectivos fueron: *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Saccharopolyspora spinosa*, Bio Crak® y Dimetoato al alcanzar como valor más alto de efectividad biológica un 82, 71, 76, 69 y 91% respectivamente de las seis evaluaciones realizadas para determinar el efecto de los tratamientos en el control de trips (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efectividad biológica de los productos evaluados. Huerto "Las Cruces", Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. México. 2002.

Fecha		Tratamiento	Media	% Efectividad
Aplicación	Evaluación			
19/MAR	01/ABR	Bio Crak®	1.1	63.3
		Testigo absoluto	3.0	0
02/ABR	08/MAY	<i>Saccharopolyspora spinosa</i>	1.1	63.3
		Testigo absoluto	3.0	0
09/MAY	11/JUN	Avermectina	0.2	60
		Testigo absoluto	5.0	0
12/JUN	05/AGO	<i>Verticillium lecanii</i>	1.8	70.9
		Dimetoato	2.2	64.5
		Bio Crak®	2.7	56.4
		Testigo absoluto	6.2	0
06/AGO	02/SEP	<i>Beauveria bassiana</i>	0.2	81.8
		Testigo absoluto	1.1	0
03/SEP	18/SEP	Dimetoato	0.8	90.9
		KillwalC®	0.8	90.9
		<i>Saccharopolyspora spinosa</i>	2.1	76.1
		<i>Beauveria bassiana</i>	2.3	73.8
		Bio Crak®	2.7	69.3
		Avermectina	3.2	63.6
		Testigo absoluto	8.8	0

Tenango (2000) reporta a *V. lecanii* como mejor tratamiento contra *Thrips tabaci* en cebolla. Binns et al. (1982), Gillespie (1986), Franseb (1990), Van der Schaaf et al. (1991), Helyer et al. (1992), Vestergaard et al. (1995) y Brownbridge (1995) citados en Butt y Brownbridge (1997), reportan a *V. lecanii* y *B. bassiana* controlando a *Thrips tabaci* y *Frankliniella occidentalis* en pepino y crisantemo. Hall et al. (1994) y Saito (1991) citados en Butt y Brownbridge (1997) reportan a *B. bassiana* controlando a *Thrips palmi*. Boica y Pérez (1987) evaluaron al Dimetoato contra *Thrips tabaci* en dos variedades de cebolla, encontrando que con aplicaciones a intervalos de 7 días obtenían buenos resultados. Khuro (1988) indica que el Dimetoato es el mejor controlador de trips en mango. Zareh y Morse (1989) mencionan que el Dimetoato resultó ser un producto efectivo contra *Scirtothrips citri* en la mayoría de los huertos citrícolas de California, pero la desventaja de este producto es que crea resistencia cuya tolerancia de los trips al insecticida depende de la etapa biológica en la que se encuentren. López (1993) reporta al Dimetoato como el segundo producto que mejor control tuvo contra trips en aguacate. Castañeda (2001) reporta al Dimetoato con 77% de efectividad en el control de trips en el cultivo de aguacate. Cabe mencionar que las evaluaciones se realizaron cada mes debido a que se basó en los tiempos reales que utilizan los productores

para hacer las aplicaciones. Los entomopatógenos *V. lecanii*, *B. bassiana* y *S. spinosa* se van estableciendo, además, el Bio Crak®, se va metiendo dentro de este grupo; mientras que la efectividad de los productos como el KillwalC®, aceite parafínico de petróleo y Citrolina se mantuvo por debajo del 50%. La Avermectina aparece por arriba del 50% de efectividad pero no se considera debido a que la última evaluación se realizó a los 15 días tuvo una efectividad similar en comparación con los otros productos (Cuadro 1).

Por otra parte el efecto de los productos en la población de trips (Fig. 1), al inicio del experimento se observó que en la evaluación de Marzo *V. lecanii* logra mantener la población a 1.3 trips/ renovación foliar o floral, en Abril la población de trips en todos los tratamientos se mantiene por debajo de 4 trips/ renovación foliar o floral, pero en ese mes el Bio Crak®, *B. bassiana* y Avermectina con 1.1, 1.5 y 1.5 trips/ renovación foliar o floral, respectivamente, son los productos que mejor resultado tienen; en Mayo hubo un comportamiento similar en la población que en el mes anterior siendo *S. spinosa* y KillwalC® los que mantienen la población de 1.1 y 1.5 trips/ renovación foliar o floral, respectivamente. En Junio, cuando las lluvias empezaron a establecerse, se observa claramente que la población de trips baja drásticamente en todos los tratamientos. Kirk (1997) y Schweizer y Morse (1997) mencionan que las lluvias son un factor importante para el control de los trips ya que limpia las hojas ocasionando que los trips caigan al suelo. Pero en Agosto el comportamiento de la población de la plaga cambia y se observa que *V. lecanii*, con una media de 1.8 trips/ renovación foliar o floral. En las dos últimas evaluaciones realizadas en Septiembre, en la primera evaluación realizada el 2 de este mes se observa que *B. bassiana*, Bio Crak®, KillwalC®, Saf-T-Side® y la Citrolina con 0.2, 0.6, 0.5, 0.7 y 0.5 medias de trips/ renovación foliar o floral respectivamente, se observa que empiezan a establecerse algunos entomopatógenos, pero ya en la segunda evaluación de este mes realizada el 18 de septiembre el KillwalC® y Dimetoato con 0.8 y 0.8 medias de trips/ renovación foliar o floral respectivamente, se observa de nueva cuenta que el dimetoato un producto que es utilizado en la región resulta ser el más rápido en controlar las poblaciones de trips (Fig.1); Castañeda (2001) reporta una media de 5.4 trips/ árbol en Coatepec Harinas, Edo. de México. Se observa que los productos a base de entomopatógenos empiezan a tener resultados positivos, es por ello que es de vital importancia darles un uso continuo para que se vayan estableciendo y de esta manera obtener frutos que se produzcan de orgánica.

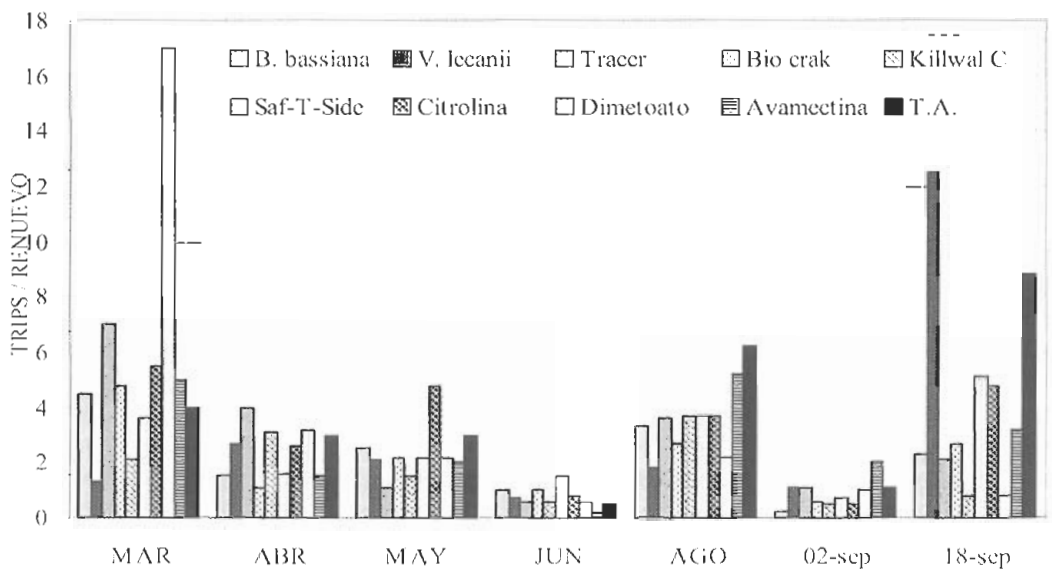


Fig. 1. Efecto de los insecticidas en la población de trips en inflorescencias y follaje del aguacate en el huerto "Las Cruces" en Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, durante el 2002.

CONCLUSIÓN

• Los productos más efectivos en el control de trips en el cultivo del aguacate son los siguientes: *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Saccharopolyspora spinosa*, Bio Crak® y Dimetoato manteniendo una efectividad biológica de 82, 71, 76, 69 y 91% respectivamente.

Agradecimientos:

- Al Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.
- A la Familia López Lujan, por el apoyo a la investigación de Campo.
- A Santiago Cruz, J. Luis Garcia, Mario Salazar, Tranquilino Oropeza, Alex Sánchez, Isau Olivera por todo el apoyo brindado en la fase de campo.
- A los señores Gabriel Solís y Cornelio Sánchez.

BIBLIOGRAFÍA

- BANCOMEX. 1998. El aguacate en el Mercado Internacional. En: http://bancomex.com/sectorial/notas_aguacate.html.
- BOICA, A. L. JR. Y PÉREZ D. 1987. Efect de Dimetoate, monocrotofos e carbaryl no controle de *Thrips tabaci* Lindeman em duas variedades de cebolla. CIENTIFICA, 1987, Vol. 15, No. 1-2, pp 67-77.
- BUTT, T. M Y M. BROWNBRIDGE. 1997. Fungal pathogens of thrips. In: Thrips as crop pest. T. W. Lewis (Ed.). 1997. CAB International. pp. 399-433.
- CASTAÑEDA G, E. L. 2001. Fluctuación poblacional, especies de trips en diferentes cultivares de aguacate y efectividad biológica de insecticidas en Coatepec Harinas, Estado de México. Tesis de Maestría. Depto. Entomol. y Acaro. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 94p.
- ESTRADA N., L. 1991. Control químico de malezas en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.), en la Región de Uruapan. Tesis de Licenciatura. Fac. de Agrobiología "Presidente Juárez". U.M.S.N.H. Uruapan, Mich. México. 62 p.
- GONZÁLEZ, H. H., R. JOHANSEN N., L. GASCA C., A. EQUIHUA M., A. SALINAS C., E. ESTRADA V., F. DURÁN DE A., M. GONZÁLEZ R., A.R. VALLE DE LA P., J. SANTOYO M. Y A. M. ROBLES R. 2000. Plagas del Aguacate. In: El Aguacate. D. Téliz (coordinador). Ed. Mundiprensa. México.
- HODDLE, M. 1998. The avocado thrips and thrips natural enemies. California Avocados. Dept. of Entomology, University of California, Riverside, CA, 92521.
- KHURO, R. D. 1988. Biofficacy of some contact and sistemic insecticides in the control of mango thrips, *Rhipiphorothrips cruentatus*. Pakistan Congress of Zodogy (1988) Entomology Abstracts, pp 95-98.
- KIRK W. D. J. 1997. Distribution, abundante and population dynamics. In: Trips as crops pests. Lewis T. (Ed.) Cab Internacional. USA. pp 217-257.

LÓPEZ, M. M. 1993. Control químico de trips *Liothrips perseae* L. en el cultivo del aguacate *Persea americana* Mill., en el Municipio de Tancitaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Fac. de Agrobiología "Presidente Juárez". U.M.S.N.H. Uruapan, Mich. México. 43 p.

MARROQUÍN, P.F.J. 1998. Factores que favorecen la incidencia de roña *Sphaceloma perseae* Jenk en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad 'Hass' en tres regiones agroclimáticas de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Fac. de Agrobiología "Presidente Juárez. U.M.S.N.H. Uruapan, Mich. México, 56 p.

PARRELLA, M Y C. NICHOLLS. 1996. Control biológico de trips. FloraCulture Internacional. November. 1996.

SAGAR. 1998. Centro de estadística agropecuaria.

SCHWEIZER H. AND J. G. MORSE. 1997. Factors influencing survival of citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) pupae and pupae on the ground. J. Econ. Entomol. 90 (2): 435-443.

TENANGO, P. J. A. 2000. Determinación de una especie de trips (Thysanoptera: Thripidae) y su control mediante hongos entomopatógenos (Deuteromycotina) en el cebolla (*Allium cepa* L.) en Tepalcingo, Morelos. Tesis profesional. Depto. Parasitología Agrícola. U.A.Ch. Chapingo, México. 78 p.

UNTERSTENHOFER, G. 1976. Pflanzens chutz Nachrichten Bayer 29/1976. 2 Published by Bayer A. C. Leverkusen.

ZAREH, N., J. G. MORSE. 1989. Influence of temperature and life stage of monitoring for pesticide resistance in citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) with residual bioassays. J. Econ. Entomol. 82 (2): 342-346.

VALOR NUTRIMENTAL DE LA PULPA FRESCA DE AGUACATE HASS

Miguel Ángel Ortega Tovar

Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Michoacán

E mail: regant@unimedia.net.mx

MEXICO

RESUMEN

El presente trabajo muestra en forma tanto cualitativa como cuantitativa todos y cada uno de los nutrientes encontrados en la pulpa del aguacate hass, clasificándolos de acuerdo a la cantidad en que son requeridos por el organismo humano en: Proteínas, Grasas, Carbohidratos, Macro nutrientes, Micro nutrientes u oligoelementos y vitaminas, estas últimas divididas atendiendo su solubilidad en: Hidrosolubles y Liposolubles; se revisan conceptos básicos de términos vinculados con el metabolismo, energía y la nutrición humana, además de presentar en forma sintetizada y accesible las funciones más importantes que cumplen los nutrientes encontrados en el fruto ya referido dentro del organismo humano.

Haciéndose notar la importancia de los compuestos encontrados en la estructura de las Proteínas y de la grasa del aguacate, también considerados como esenciales en virtud de no poder ser sintetizados por el organismo humano a partir de otros compuestos o elementos y que necesariamente tienen que ser incorporados dentro de la dieta; estos son los aminoácidos y los ácidos grasos esenciales.

Se visualizan los requerimientos diarios recomendados RDA de los nutrientes necesarios para la integridad funcional del organismo humano y la preservación de la salud, comparándolos con aquellos aportados por la pulpa del aguacate hass, destacando así su importante valor nutrimental.

Siendo el objetivo fundamental de este trabajo, el difundir y dar a conocer las bondades del aguacate hass como un excelente alimento a los actuales consumidores y promotor para sumar e integrar a todos aquellos potenciales consumidores de este singular e incomparable fruto.

INTRODUCCION

Durante las dos ultima décadas, el cultivo del Aguacate Hass, en el estado de Michoacán, México, primer productor a escala mundial del fruto antes mencionado, ha experimentado un espectacular crecimiento, los grandes volúmenes de producción, su comercialización e industrialización, me ha motivado a presentar el presente trabajo, dentro del marco de este importante evento, con la finalidad de proporcionar y difundir información de carácter general y técnico orientada a destacar las bondades del fruto como un excelente alimento e incentivar su consumo.

CONCEPTOS BASICOS

A continuación presento algunas definiciones de conceptos básicos a los que me referiré en el presente trabajo.

Alimento.

Producto natural o procesado sólido o líquido que estimula y satisface el apetito y que contiene gran variedad de nutrientes, dependiendo de su composición química y de su naturaleza; “ la alimentación es un proceso voluntario y por consiguiente educable”.

Nutriente.

Elemento o compuesto químico, necesario e indispensable, que debe de ser consumido diariamente en la dieta para que mediante el proceso involuntario de la nutrición, sea transformado y aprovechado por el organismo. Hay nutrientes que aportan calorías al organismo como son: Las proteínas, los carbohidratos y las grasas, existen otros nutrientes que no aportan calorías pero que son fundamentales e imprescindibles para el organismo para llevar a cabo ciertas funciones como: Las vitaminas y los minerales.

CARACTERÍSTICAS DE LA NUTRICIÓN.

Completa.- Debe de aportar todos los nutriente necesarios para el organismo y satisfacer la necesidad de comer, garantizando un buen estado de salud desde el punto de vista fisiológico, psicológico y social.

Equilibrada.- Los nutrientes deben de estar presente en una proporción tal, que garanticen el llevar a cabo, las funciones específicas del organismo y que sinergizen o catalizen las funciones de otros nutriente en la dirección adecuada.

Suficiente.- La nutrición debe de ser suficiente para cubrir todas y cada una de las funciones del organismo.

Energía, es la capacidad para desarrollar un trabajo; trabajo es la aplicación de una fuerza a través de una distancia.

Principales formas de la energía. química, calorífica, eléctrica, mecánica, radiante y nuclear, todas las formas de la energía, son susceptibles de transformarse entre sí, una de un tipo de energía a otra, cumpliéndose así, la ley de la conservación de la energía “ La energía ni se crea ni se destruye solo se transforma”

Toda la energía que requerimos proviene del sol, energía solar y esta a su vez se origina de la energía nuclear; La energía proveniente del sol es aprovechada por las plantas en forma de energía radiante y estas a su vez la convierten en energía química a través de la fotosíntesis; esto es, la energía radiante conjuntamente con la clorofila de las plantas, el agua, al materia orgánica del sustrato y el oxígeno, producen moléculas de alimentos que poseen energía potencial química.

Los animales dependen de las plantas y de otros animales, para poder producir su propia energía, mediante el metabolismo de los nutrientes obtenidos.

La energía es indispensable para llevar a cabo el crecimiento, desarrollo muscular, movimiento y otras funciones por demás vitales para el organismo.

Dieta.

Consumo diario de alimentos cualitativa y cuantitativamente acordes al estado físico de cada individuo, teniendo en cuenta ciertos factores.

Caloría.

Cantidad de calor necesario, para elevar en un grado centígrado un gramo de agua, justo de 14.5 grados a 15.5 grados centígrados. Es la unidad más comúnmente utilizada, para expresar el valor energético o calor producido por unidad de peso por un nutriente al ser utilizado por el organismo.

CLASIFICACION DE LOS NUTRIENTES EN RELACION A LA CANTIDAD DIARIA RECOMENDADA Y REQUERIDA.

Los nutrientes de acuerdo a su requerimiento diario se clasifican en: Macro nutrientes, Macro elementos, Oligoelementos y Vitaminas.

Macro nutrientes, son los nutrientes que necesita el organismo humano en mayor cantidad, de forma tal que le permita obtener de ellos, la energía necesaria para cubrir sus necesidades. Como representativos de este grupo tenemos: El agua, los carbohidratos, las grasas, las proteínas y las fibras.

Agua, componente indispensable para la vida y presente en la mayoría de los alimentos en mayor o menor cantidad; Se encuentra en el organismo en forma intracelular formando parte del protoplasma y en forma extracelular, como líquido intersticial, linfa y como parte del plasma sanguíneo, sus funciones más importantes son: La regulación de la temperatura corporal, la disolución de sustancias y el transporte de nutrientes y productos residuales. Requerimiento promedio diario para adultos 35 ml/kg. de peso.

Carbohidratos, también conocidos como hidratos de carbono o glúcidos, son nutrientes compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, en diferentes combinaciones y enlaces, que de acuerdo a su configuración y la longitud de su cadena se dividen en: Simples: Monosacáridos (glucosa y fructuosa) y Complejos: Disacáridos (sacarosa, lactosa y maltosa) Polisacáridos (almidón y glucógeno). Después del agua los carbohidratos son los compuestos más abundante en los alimentos; Son la principal fuente de energía para el organismo, las estructuras más simples son las que primero asimila por el organismo, como la glucosa; El resto, de formas más complejas deben de ser primero degradadas hasta su forma más sencilla para su asimilación. Fuentes de carbohidratos: Cereales, leguminosas, tubérculos, verduras y frutas.

El azúcar común, se recomienda en un 10% de la cantidad de los carbohidratos requeridos; Los carbohidratos aportan 4 calorías por gramo, el aporte de calorías sin el suministro o aporte de otro nutriente se les conoce como "calorías vacías".

Cantidad diaria de carbohidratos sugerida dentro de un régimen de dieta balanceado, de 50 a 60% de la ingesta calórica diaria.

Grasas o Lípidos.- Nutrientes compuestos por carbono, hidrogeno, oxígeno y otros elementos como el fósforo.

Químicamente a las grasas y aceites se les denomina como Triglicéridos (glicerol + ácidos grasos). Su función más importante dentro del organismo, es la de formar reservas de energía y el de aportar ácidos grasos esenciales (EFA). Las grasas pueden ser saturadas o insaturadas, las primeras se encuentran generalmente en las carnes y en otros alimentos de origen animal, casi en todas las grasas saturadas está presente el colesterol, son utilizadas por el organismo básicamente para obtener energía, su consumo excesivo hará que se vayan depositando en las arterias y pueden como consecuencia traer alteraciones fisiológicas. Las grasas insaturadas generalmente son de origen vegetal y utilizadas por el organismo para la construcción de membranas celulares, para la producción de hormonas y para llevar a cabo otras importantes funciones reguladoras dentro del organismo. Calorías aportadas por un gramo de grasa 9.

Cantidad diaria de lípidos sugerida dentro de un régimen de dieta balanceada, de 25 a 30% de la ingesta calórica diaria.

Proteínas, nutrientes formados por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, estos a su vez son moléculas, donde están presentes los elementos, carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, formando un grupo carboxilo y un grupo amino; aproximadamente 20 aminoácidos se encuentran presentes en casi todas las proteínas de los cuales 8 son considerados esenciales, por no poder ser sintetizados por el organismo. De la digestibilidad y disponibilidad de los aminoácidos esenciales y de su balance dependerá la calidad de la proteína. Las proteínas son requeridas dentro de la dieta en menor cantidad que los carbohidratos pero su papel es fundamental dentro de la estructura muscular, la reparación celular y la formación de hormonas y anticuerpos. Fuentes más importantes de proteínas, carne, leche, huevo y pescado. Calorías aportadas por un gramo de proteína 4.

Cantidad diaria de proteínas sugerida dentro de un régimen de dieta balanceada, de 10 a 15% de la ingesta calórica diaria.

Fibras, son consideradas como los “nutrientes no nutrientes”, denominados así por ser compuestos químicos que por sus características no son digeribles y por lo tanto no contienen valor calórico alguno. Se dividen en soluble e insolubles, ambos tipos de fibras son necesarios en una relación determinada para aprovechar al máximo sus bondades. Fibra Soluble, una de sus funciones más importantes es la de absorber al agua en el interior del tracto intestinal y reducir el tiempo para la evacuación del intestino. Incluir este tipo de fibra en la dieta, produce una sensación de plenitud, por lo que podría contribuir a perder peso, también se dice que los alimentos ricos en este tipo de fibra, como la avena integral, contribuyen a reducir los niveles de colesterol en la sangre, sin que se tenga un mecanismo perfectamente definido acerca de cómo opera, sin embargo las dietas bajas en grasas y ricas en fibras parecen tener este efecto. Fibra Insoluble, al atraer también el agua al tracto digestivo, acelera el proceso de la digestión, aumentando la cantidad y la frecuencia de los movimientos intestinales o peristaltismo. Este tipo de fibras se encuentran en los granos enteros, en el salvado de trigo y en los vegetales.

Se recomienda incluir diariamente en la dieta de un adulto, una ingesta de aproximadamente 35 gramos en una combinación de ambas fibras

Macro elementos, Minerales esenciales con funciones biológicas conocidas, en forma enunciativa y no limitativa mencionare algunos de los macro elementos y sus principales funciones dentro del organismo: Calcio, fundamental para el desarrollo de los huesos y dientes, presente en: Productos lácteos, salmón, y otras especies marinas, requerimiento diario de 800 a 1200 mg./día; Fósforo, generalmente asociado con el calcio, ya que ambos, constituyen tres cuartas partes de los minerales presentes en el cuerpo humano, al igual que el calcio se encuentra en huesos y dientes también desempeña un importante papel en el metabolismo energético, ya que forma derivados del ácido fosfórico: ATP 'moneda energética' en los procesos corporales. También forma parte de otras estructuras como NADP, fosfolípidos, nucleótidos, fuentes: Carne, aves,

pescados y derivados lácteos. requerimiento diario de 800 a 1200 mg./día; Sodio, es un electrolito que ayuda a mantener el balance de los líquidos en el cuerpo, interviniendo en el flujo de los mismos tanto en el interior como hacia el exterior de las células, presente en la mayoría de los alimentos procesados y en el cloruro de sodio o sal común, requerimiento diario 500 mg./día; Potasio, también actúa como regulador en el balance del agua en el organismo e interviene en la contracción muscular, fuentes que lo contienen: Frutas, legumbres, verduras y frutos secos, requerimiento diario 1600 a 2000 mg./día, Magnesio, necesario en los procesos biológicos del organismo, asimilación de la vitamina C y fijación del calcio. Fuentes: Granos enteros, nueces, aguacate, frijol y algunos vegetales, requerimiento diario de 300 a 400 mg./día. Cloro, regulador del equilibrio ácido-básico en el organismo, facilita la eliminación de toxinas del hígado, fuentes: Sal común, agua y algas, requerimiento diario: no especificado.

Oligo elementos, llamados también elementos traza, deben de ser aportados por los alimentos, las cantidades necesarias son generalmente del orden de unos cuantos microgramos, pero sin embargo juegan un importante rol en el metabolismo y la carencias de estos, puede llegar a provocar trastornos en el sistema respiratorio, psiconeurológico, circulatorio, digestivo, osteoarticular y endocrino. Los oligoelementos mas representativos de este grupo y algunas de sus principales funciones son: el Cobre, facilita la absorción del hierro de los alimentos, necesario para la construcción de los tejidos conjuntivos; Hierro, componente esencial de la hemoglobina, permite el transporte de oxígeno a las células y la evacuación del dióxido de carbono; Zinc, participa en todas las etapas metabólicas, en los procesos de cicatrización y como antioxidante; Cromo, regulador de los niveles de colesterol y azúcar en la sangre; Yodo, contribuye a la síntesis de hormonas producidas por la glándula tiroides; Manganeso, participa en el equilibrio de numerosas enzimas y metabolismo de glucidos. Es importante mencionar que los oligoelementos pueden estar presentes en cantidades suficientes, pero pueden encontrarse inactivos por quelación, muchas de las veces ocasionada por la refinación de los alimentos.

Vitaminas, compuestos orgánicos que actúan en el organismo como catalizadores, acelerando o retardando las reacciones en donde intervienen, se requieren en la dieta diaria en pequeñas cantidades, atendiendo a su solubilidad se dividen en Hidrosoluble o solubles en agua, las mas representativas de este grupo son: La vitamina C, la B1 o Tiamina, la B2 o Riboflavina, la B5 o PP, la B6 o Piridoxina, B5 o Ácido Pantoténico, la B12 o Cianocobalamina, el ácido fólico y el factor H o Biotina.

Liposolubles o soluble en grasa, a este grupo pertenecen la vitamina A, la E, la D y la K, todas las vitaminas tanto las hidrosolubles como las liposolubles son importantes e indispensables para el organismo, pero quiero destacar el valor como antioxidante de la vitamina E, que muchas de las veces es sinergizada con la vitamina C, evitando la formación de los nocivos radicales libres.

Tabla No 1

COMPOSICION QUIMICA Y VALOR CALORICO EN 100 gr. DE PULPA DE AGUACATE						
FUENTE	CALORIAS	H. de C.	PROTEINAS	ACEITE	AGUA	FIBRA
I.N.N. 81	72 calorías	2.9 gr.	1.2 gr.	6.1 gr.	86 gr.	0.7 gr.
I.N.C.A.P.	154 calorías	4.4 gr.	1.7 gr.	15.8 gr.	77 gr.	1.8 gr.
Handbook 8	167 calorías	6.3 gr.	2.1 gr.	16.4 gr.	74 gr.	1.6 gr.
A.B. 8 § 9	159 calorías	7.6 gr.	1.7 gr.	15.3 gr.	74 gr.	1.4 gr.
FRANCO 5	162 calorías	6.4 gr.	1.8 gr.	16.0 gr.	No reporta	1.4 gr.
P.N. (6)	177 calorías	6.9 gr.	2.0 gr.	17.3 gr.	73 gr.	2.1 gr.
SOUCI (7)	226 calorías	7.4 gr.	1.6 gr.	21.2 gr.	65 gr.	2.0 gr.
Valor prom.	160 calorías	5.9 gr.	1.7 gr.	15.4 gr.	75 gr.	1.6 gr.

Tabla No 2

Aminoácidos en mg/100 gr. de pulpa de aguacate (FAO)

Esenciales	Isoleucina	47
	Leucina	46
	Licina	59
	Metionina	29
	Fenil alanina	48
	Treonina	40
	Triptofano	-
	Valina	63
	Tirosina	32
	Arginina	47
Istidina	25	

Tabla No 3

PERFIL CROMATOGRAFICO DEL ACEITE DE AGUACATE		
C 16	PALMITICO	13.76%
C 16:1	PALMITOLEICO	5.98%
C 18	ESTEREARICO	1.48%
C 18:1	OLEICO	64.87%
C 18:2	LINOLEICO	11.13%
C 18:3	LINOLENICO	2.52%
C 20	ARAQUIDONICO	0.09%
N.I.		0.17%

Composicion media de acidos grasos

ACIDOS GRASOS SATURADOS	16-22 %
ACIDOS GRASOS MONOINSATURADOS	66-72 %
ACIDOS GRASOS POLINISATURADOS	8-11 %

Después de analizar las tablas No1, No 2 y No 3, podemos observar que la proteína y el aceite presentes en el aguacate, son de gran valor nutrimental, ya que la proteína tiene presentes en su amino grama, siete de los aminoácidos esenciales, de igual manera en el perfil cromatográfico del aceite, encontramos presentes los ácidos grasos esenciales, además de la vitamina E, importante antioxidante, para el aceite e inhibidora de radicales libres. Estos compuestos denominados ácidos grasos y aminoácidos esenciales, no pueden ser sintetizados por el organismo y deben de ser incluidos en la dieta en forma regular.

Tabla 4:

VALOR VITAMINICO Y APOORTE NUTRICIONAL DEL AGUACATE			
VITAMINAS	CONTENIDO EN 100 gr. DE AGUACATE	RDA(+)	% DE LA RDA. CUBIERTAS POR 100 gr. DE AGUACATE
VITAMINA A	85.00 mg	900.0 mg	9.4
VITAMINA D	10.00 mg	5.0 mg	200.0
VITAMINA E	3.00 mg	9.0 mg	33.0
VITAMINA K	8.00 mg	110.0 mg	7.3
VITAMINA B1	0.11 mg	1.4 mg	7.8
VITAMINA B2	0.20 mg	1.6 mg	12.5
VITAMINA B6	0.45 mg	2.1 mg	21.4
NIACINA	1.60 mg	16.0 mg	10.0
AC. PANTOTENICO	1.00 mg	5.5 mg	18.2
BIOTINA	10.00 mg	100.0 mg	10.0
ACIDO FOLICO	32.00 mg	200.0 mg	16.0
VITAMINA C	14.00 mg	60.0 mg	23.3

En la tabla N° 4, podemos observar la presencia en la pulpa de aguacate de prácticamente todas las vitaminas, tanto Liposolubles como Hidrosolubles, cubriendo un buen porcentaje de las RDA (recommended daily allowances).

Tabla 5:

MINERALES EN PULPA AGUACATE			
MINERALES	CONTENIDO EN 100 gr. DE AGUACATE (1)	NECESIDADES DIARIAS	% DE NECESIDAD CUBIERTAS POR 100 gr. DE AGUACATE
CALCIO	10.00 mg.	(3) 800.0 mg.	1.25
HIERRO	1.06 mg.	(3) 15.0 mg.	7.06
FOSFORO	40.0 mg.	(4) 800.0 mg.	5.0
COBRE	0.35 mg.	(4) 1.7 mg.	20.58
MAGNESIO	41.0 mg.	(4) 300.0 mg.	13.66
MANGANESO	2.30 mg.	(4) 3.5 mg.	65.71
SODIO	4.0 mg.	(5) 3450.0 mg.	0.12
POTASIO	463.0 mg.	(5) 4900.0 mg.	0.12

CONCLUSION

El Aguacate es un alimento que puede ser consumido en fresco, garantizando la ingesta total de sus nutrientes; Evitando la pérdida de vitaminas, y la desnaturalización de las proteínas, que habitualmente sufren la mayoría de los alimentos durante su procesamiento y cocción.

El Aguacate aporta prácticamente todas las vitaminas requeridas por el organismo; a excepción de la vitamina B12, presente solo en el reino animal. Destacándose dentro de las hidrosolubles el importante porcentaje de ácido ascórbico, que potencializa el poder antioxidante de los tocoferoles presentes en la vitamina E.

El aporte de las vitaminas liposolubles es suficiente en cantidad, sin la presencia de colesterol y con un bajo porcentaje de ácidos grasos saturados.

Deseo hacer notar que los triglicéridos presentes en el Aguacate, no son grasas sino aceites, ya que estos permanecen líquidos a la temperatura ambiente, que en su estructura predominan los ácidos grasos monoinsaturados e insaturados, que contienen vitaminas liposolubles en cantidad suficiente, y que no contienen colesterol, caso contrario al de las grasas, en las que predominan en su estructura los ácidos grasos saturados, son generalmente de origen animal y que invariablemente contienen colesterol. Esta presión es con la finalidad de evitar confusiones a todos aquellos quienes consumen o tienen interés en el fruto, para incentivar, extender y ampliar su consumo a potenciales consumidores, difundiendo las bondades del mismo.

El Aguacate debe de ser considerado como un alimento protector, ya que su aporte calórico está acompañado de principios activos esenciales.

Del presente trabajo podemos concluir que el Aguacate fresco es un excelente alimento, rico en nutrientes, ya que los contiene tanto en cantidad, calidad y un armónico balance que permite su óptimo aprovechamiento.

BIBLIOGRAFIA

Earl Mindell's Vitamin Bible.

Diccionario Terminológico de Química, José R. Barceló

NUTRI-SITE, Dietetique Sport & Vie.

Boletín Técnico de la empresa REGANT S.A.de C.V

Eggs From A To Z Reference daily Intake.

Energía Digestiva y Endocrina Dr. Alberto Marín

Fisiología del Ejercicio Nutrición y Alto rendimiento Mc Ardle

Universidad de educación a Distancia de España.

Tablas Cientificas documenta Geygi-6L' Edición año 1965.

Laboratorios ShanKman y Universidad de California – 1969.

Tabla de Composición Química – CENEXA – 1991

INDUSTRIALIZACIÓN DEL AGUACATE: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS.

J. A. Olaeta

Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile, Av. Brasil 2950 Valparaíso - Chile Correo electrónico: jolaeta@ucv.cl.

RESUMEN

El aguacate ha incrementado su consumo a nivel mundial, con un gran aumento en las superficies plantadas en todos los países que la producen. Lo anterior ha provocado un incremento en los volúmenes de fruta de calibres menores, que normalmente se comercializa en los mercados domésticos con precios menores. Esta tendencia se incrementará en el futuro, por lo que la industrialización se torna como una alternativa cada vez mas importante para comercializar estos volúmenes. La industrialización del aguacate entonces, será una actividad que dependerá de los remanentes que queden de la producción para fresco.

Por otro lado, un buen producto industrializado debe partir con una materia prima de alta calidad, por lo que ese remanente de bajos calibres, posibles de industrializar, debe ser necesariamente de una buena calidad, y será influenciada por la variedad y el estado de madurez de la fruta. Además, desde ahora ésta deberá haber sido producida de manera limpia.

El aguacate, presenta una variada posibilidad de usos como productos industrializados entre otros: pulpas como base para productos untables, tanto frescas como refrigeradas o congeladas, mitades congeladas, y obtención de aceite, tradicionalmente para fines cosméticos, pero este último tiempo se ha incrementado la producción de aceite extra virgen para fines culinarios, teniendo un gran potencial futuro por sus propiedades.

Dentro de las alternativas nombradas, el puré de aguacate congelado ha sido el que ha tenido un mayor volumen de producción al ser utilizado como base para productos untables constituyendo la base del Guacamole, muy popular en México, país con mayor consumo en el mundo, y ahora también en Estados Unidos y Europa como base de las comidas denominadas "Tex-Mex". El aceite, constituye el segundo producto industrializado de aguacates, sin embargo el consumo de este está variando, desde un uso masivo como producto para cosmética a un uso de tipo culinario, ya que por sus cualidades están sustituyendo al aceite de oliva.

También es posible obtener productos industrializados de aguacate, como productos de IV Gama tanto en mitades solas, o bien combinados con algunas hortalizas como lechugas, con uso CO₂ y N₂. La deshidratación osmótica y la deshidratación por atomización así como la liofilización, se presentan también como alternativas interesantes de desarrollar en aguacate. En todos los casos anteriores la tendencia futura será a elaborar productos, en lo posible sin preservantes o si es necesario su uso, que sean naturales o estén dentro de la normativa orgánica.

INTRODUCCIÓN

El aguacate ha incrementado su consumo a nivel mundial, especialmente en países como Estados Unidos, Francia, Alemania, España y otros, lo que ha traído como consecuencia un gran aumento en las superficies plantadas, en todos los países que la producen como son: México, Chile, España, Sudáfrica, Nueva Zelanda, Australia, Perú, Israel y Estados Unidos entre otros. Lo anterior ha provocado un incremento progresivo en los volúmenes de fruta de calibres menores, que normalmente se comercializa en los mercados domésticos con precios menores. Esta tendencia se incrementará en el futuro, por lo que la industrialización se torna como una alternativa cada vez más importante para comercializar estos volúmenes.

La industrialización del aguacate entonces, será una actividad que dependerá de los remanentes que queden de la producción para fresco.

Por otro lado, un buen producto industrializado debe partir con una materia prima de alta calidad, por lo que ese remanente de bajos calibres posibles de industrializar, debe ser necesariamente de una buena calidad, lo que está dado por la variedad y el estado de madurez. Estas exigencias se complementarán además, al exigir el mercado que la fruta sea producida de manera limpia.

El nivel de madurez y la variedad tienen especial relevancia en la calidad del producto final. Aguacates de las variedades Edranol, Hass, y Fuerte mostraron una mejor calidad de pulpa congelada, sin embargo Bacón y Zutano no mostraron una calidad aceptable (Olaeta y Rojas 1987). Por otro lado, el nivel de madurez sobre 30 % MS (Olaeta y Undurraga 1995 a), resultó tener los mejores resultados en la elaboración de pulpas, tanto congeladas como en IV Gama.

Los rendimientos de pulpa dependen de la variedad, reportándose rendimientos que fluctúan entre 63 y 67%, el resto corresponde a semillas y cáscaras. La variedad Fuerte es una de las que obtiene mayores rendimientos en pulpa. (Olaeta y Rojas 1987, Olaeta y Undurraga 1995 b)

Para la obtención de aceite, las variedades Hass, Edranol y Fuerte muestran los mayores rendimientos, logrando obtener más de 2.500 lts de aceite / ha. El aceite de aguacate contiene sobre un 80% de ácidos grasos insaturados, donde el ácido oleico es el que se encuentra en mayor proporción, sin embargo su proporción disminuye al final del periodo de maduración (Inoue y Tatishi 1995; Olaeta, Undurraga y Schwartz. 1999). La Figura 1 muestra la evolución de los ácidos grasos en aguacates cv Hass, comportamiento similar se reporta para el cv. Fuerte.

PULPAS CONGELADAS Y REFRIGERADAS

El aguacate, presenta una variada posibilidad de usos como productos industrializados, señalándose entre otros los siguientes que actualmente se comercializan: pulpas como base para productos untables, tanto frescas como refrigeradas o congeladas, mitades o cubos congelados.

Dentro de las alternativas nombradas, el puré de aguacate congelado ha sido el que ha tenido un mayor volumen de producción, al ser utilizado como base para productos untables en canapés,

papas fritas, y galletas saladas entre otras. También este producto constituye la base del Guacamole, muy popular en México, país con mayor consumo en el mundo, y ahora también en Estados Unidos y Europa como base de las comidas denominadas "Tex-Mex". (Olaeta y Rojas, 1987; Huguet, 1984; Carvallo, 1982; Carvallo y Schaffeld 1983).

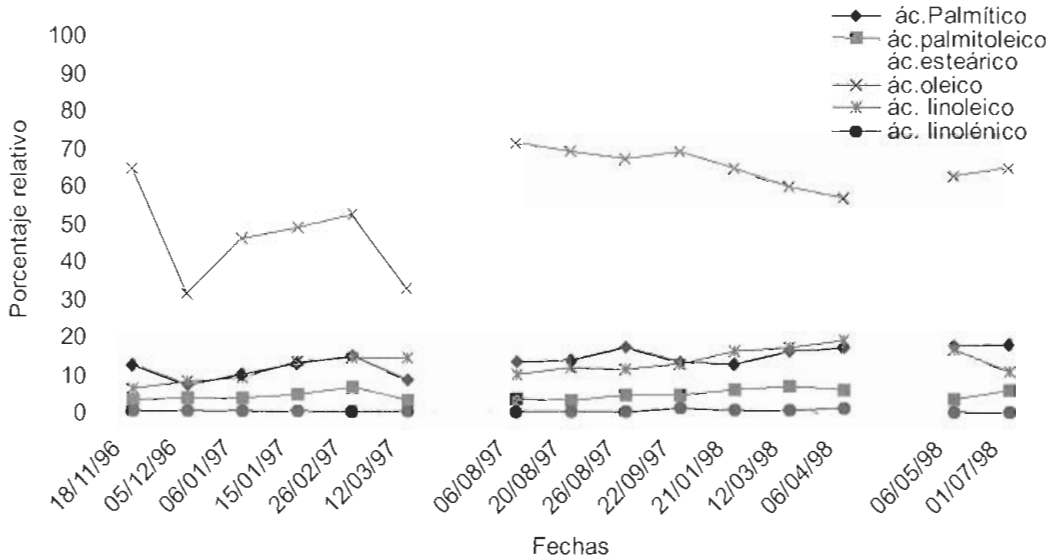


Figura 1.- Evolución de diferentes tipos de ácidos grasos componentes de aguacate cv. Hass en tres periodos de producción. Olaeta, Undurraga y Schwartz (1999).

También se han desarrollado mitades y cubos congelados, con una buena aceptación, sin embargo estos productos presentan al descongelar una pérdida de textura que es detectada por el consumidor.

Los productos congelados de aguacate, pueden ser almacenados por 8-10 meses, sin embargo su calidad comienza a decrecer después de los 3 meses de almacenaje.

En todos estos productos cobra especial importancia el control del pardeamiento enzimático, el cual debe realizarse utilizando antioxidantes ya que el uso de altas temperaturas afecta la calidad de la pulpa (Bates, 1970, Ben-et, et al.1973). Los antioxidantes más utilizados para mantener las condiciones de color son principalmente: el bisulfito de sodio, el ácido ascórbico, ácido isoascórbico y ácido cítrico (Bates 1968, Scudemore-Smith 1984, Olaeta y Rojas 1987, Olaeta y Undurraga 1995 b, Salinas 2001).

Algunas pulpas que se comercializan en la actualidad, presentan un elevado nivel de aditivos estabilizantes como son: gomas, alginatos, polifosfatos y otros que reducen el desarrollo microbiano, como son el sorbatato y benzoato de sodio o potasio. En conjunto estos aditivos pueden alcanzar niveles superiores al 20%, lo que reduce el porcentaje de aguacate en la mezcla, bajando la calidad del producto final.

El uso de aditivos en las pulpas deberá ser paulatinamente reducida, ya que la tendencia de los consumidores es a consumir cada vez más productos sin aditivos o con un nivel bajo de ellos. Una buena pulpa no debe contener menos de un 98 o 99% de aguacate.

IV GAMA

El uso de la IV Gama o Mínimo Proceso, ha permitido mantener hasta por 28 días, mitades y pulpa de aguacate en condiciones de refrigeración a $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, utilizando modificación de atmósferas de 80% CO_2 - 20% N_2 . Los cultivares que mostraron mejor comportamiento fueron: Edranol, Gwen y Hass con niveles de madurez sobre 30% de Materia Seca. (Olaeta y Undurraga 1995b). Esta técnica, aunque no muy difundida en aguacates, permite tener un producto muy similar a la fruta fresca, en relación a su textura, color y sabor, listos para su utilización, lo que reduce tiempos y costos por ese concepto.

Es importante señalar que la fruta conservada en estas condiciones presenta un cierto nivel de respiración el que disminuye con el tiempo. Después de 30 días de almacenaje, la fruta pierde rápidamente su calidad, desarrollando cierto grado de pardeamiento y de microorganismos, sin embargo los niveles que alcanzan estos últimos, son inferiores a los considerados peligrosos para la salud (Gerdes and Parrino-Lowe 1995).

El uso de esta técnica de conservación, requiere utilizar envases que tengan una baja permeabilidad al N_2 y al CO_2 así como al O_2 . El uso polietileno de baja densidad y plásticos aluminizados han mostrado tener un buen comportamiento en este tipo de productos. (Salinas 2001)

Se ha determinado también, que aguacates combinados con lechugas logran un producto de IV Gama aceptable para el consumidor hasta por un periodo de 15 días, almacenadas a 1°C y con modificación atmosférica de CO_2 y N_2 (Ormázabal 1999).

ACEITE

El aguacate, dependiendo de la variedad y madurez alcanza en la pulpa niveles de hasta 25% de aceite, con valores promedios de 15-19%, lo que permite lograr rendimientos de alrededor de 10% de la fruta fresca. Este aceite, contiene un alto nivel de ácidos insaturados. El aceite de aguacate se ha utilizado principalmente para uso cosmético, ya que contiene un esteroil llamado fitosterol, que posee las mismas habilidades que la lanolina. Esta particularidad es muy apropiada para la piel y cremas de masajes (Human 1987; Valenzuela 1986).

Hoy, sin embargo, la tendencia es a utilizar en forma creciente el aceite de aguacate para uso culinario, por tener entre otras cualidades: un alto punto de humo, excelente sabor y un color verde muy atractivo, siendo preferido por los chef de cocina de la alta gastronomía europea, sustituyendo al aceite de oliva. Reed (2001), comparó el aceite de oliva con el aceite de aguacate, determinando que este último presenta mayores niveles de: clorofila, Índice de Yodo, Vitamina E y un menor nivel de acidez libre, lo que constituye una mejor calidad.

Nueva Zelanda, Sud Africa, México y otros países, se encuentran produciendo este aceite de aguacate "Extra Virgen", el cual se obtiene a partir del fruto sin piel y sin semilla, con un tratamiento de macerado en frío, y luego filtrado y embotellado. Con ello, el aceite mantiene todas las propiedades originales que lo hacen ser muy aceptable para la salud humana, ya que al no contener colesterol previene enfermedades cardiacas, reduciendo incluso problemas a la próstata. También este aceite "Extra Virgen" de aguacates se está comercializando en cápsulas lo que hace ser un buen suplemento dietético y como aerosoles para cocinar o para aliños de platos.

El aceite de aguacate se deteriora durante el almacenaje, por lo que la temperatura de almacenaje no debe ser superior a 25°C , y el tipo de envase oscuro, para preservar por más tiempo la calidad del producto.

OTROS PRODUCTOS DE AGUACATE

Aparte de los productos mencionados en los puntos anteriores, se han desarrollado otros como la deshidratación osmótica, utilizando maltodextrinas y NaCl, ha logrado mantener el aguacate estable en relación al color y la actividad microbiológica. (Schwartz, *et al.* 2001). También se ha obtenido polvo de aguacate, secado por atomización, la que presentó buena estabilidad en relación al color y actividad microbiana, sin embargo, será necesario estudiar más acabadamente los tiempos y temperaturas del proceso, ya que el desarrollo de sabores extraños redujo la calidad del producto. (FIA 1997).

También hay estudios sobre la utilización del carozo como alimento animal, aportando un importante nivel de carbohidratos. Se han reportado en estos productos, niveles altos de taninos que pudieran reducir su digestibilidad, sin embargo los tratamientos de secado reducen sustancialmente este efecto (FIA 1999, Ravindran and Blair 1991).

CONSIDERACIONES FINALES

La industrialización del aguacate estará centrada principalmente en la utilización de los descartes de producción de la fruta fresca. Esta, dependiendo del producto final a producir, debe tener una buena calidad, dada principalmente por la variedad, el estado de madurez y una sanidad óptima. Esta calidad además, deberá estar complementada con una producción limpia de la fruta, tendencia que los consumidores preferirán en forma progresiva.

Los productos en base a pulpas, ya sean congeladas, refrigeradas o de IV gama, deberán contener una baja carga de aditivos, los que debieran asimilarse a las Normas Orgánicas de producción.

El consumo de aceite Extra virgen de aguacate se incrementará, paulatinamente al ser utilizado en forma más masiva por la industria de hostelería.

BIBLIOGRAFÍA

- BATES, R.P. 1968. The retardation of enzymatic browning in avocado purée and guacamole. Proceedings of Florida State Horticultural Society 81, 230-235.
- BATES, R.P. 1970. Heat - induced off -flavour in Avocado flesh. Dep.. of Food Science, University of Florida, Gainesville.
- BEN-ET, G., DOLEV, A., AND TATARSKY, D. 1973. Compounds contributing to heat induced bitter off - flavour in avocado. Journal of Food Science 38, 546-547.
- CARVALLO, M.S. 1982. Formulación de un producto en base a aguacates. Tesis Ing. Bioquímica. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería.
- CARVALLO, P., SCHAFFELD, G. 1983. Formulación de un producto unttable de aguacate. Alimentos. 8 (4): 9-14.
- FUNDACIÓN DE INNOVACIÓN AGRARIA (FIA) 1997 Transformación industrial de la aguacate/aguacate, Ministerio de Agricultura de Chile.
- GERDES, D.L., AND PARRINO-LOWE, V. 1995. Modified atmosphere packaging (MAP) of Fuerte avocado halves Journal of Food Science and Technology Lebensmittel -Wissenschaft and Technologie 28, 12-16.

- HUGUET, A.C. 1984. Estudio tecnológico para la formulación de un alimento en base a aguacate y su conservación por medio de congelación. Tesis Ing. En Alimentos. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Alimentos.
- HUMAN, T.R. 1987. Oil as byproduct of the avocado. South African Avocado Grower's Association. 10: 165-166.
- INOUE, H. Y TATEISHI, A. 1995 Ripening and Fatty acids composition of avocado fruit in Japan. III World Avocado Congress Tel Aviv. Israel October. ISHS Proceedings 366-369.
- OLAETA, J.A. Y UNDURRAGA, P. 1995a. - Estimación del Índice de Madurez en Aguacates. Post Harvest Technologies proceeding Guanajuato México Pag 421-425.
- OLAETA, J.A. Y UNDURRAGA. 1995 b. Fresh Avocado pulp (*Persea americana* Mill) stored under modified atmosphere using CO₂ and N₂. III World Avocado Congress Tel Aviv. Israel October. ISHS Proceedings 370-372.
- OLAETA, J.A.; ROJAS, M. 1987. Effect of cultivar and maturity on quality of frozen avocado pulp. South African Avocado Grower's Association. 10: 163-164.
- OLAETA, J. A, P. UNDURRAGA Y M. SCHWARTZ 1999. Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en aguacates (*Persea americana* Mill cv. Fuerte y Hass cultivados en Chile. Revista Chapingo Vol V esp. 117-122.
- ORMAZÁBAL, P.A. 1999. Efecto de la IV Gama en la mezcla de lechuga (*Lactuca sativa*) tipo escarola y aguacate (*Persea americana* Mill.) cvs. Edranol, Hass y Negra de La Cruz. Tesis Ing. Agrónomo. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- RAVINDRAN, V. AND BLAIR, R. 1991. Feed resources for poultry production in Asia and Pacific Region. World's Poultry Science Journal 47, 213-231.
- REED 2001. Avocados: - The new wonder oil?. Food New Zealand. 31(1):20-25
- SALINAS Y. 2001 Evolución del comportamiento de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cvs. Edranol y Hass, como producto IV Gama en almacenaje refrigerado. Tesis Ing. Agrónomo. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- SCHWARTZ, M., J. A. OLAETA, P. UNDURRAGA, M. SEPÚLVEDA Y P. TEPER 2001. Secado de aguacate/ aguacate (*Persea americana* mill.) por osmosis con maltodextrinas y NaCl Proceedigs Congreso aguacate. Mexico.
- SCUDEMORE - SMITH, P.D. 1984. The utilization of avocado as frozen savoury spread. Food Technology in Australia 36, 103-106.
- VALENZUELA, A.M. 1986. Extracción y caracterización del aceite de aguacate. Tesis Ing. Bioquímica. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería.

ESTABILIDAD DEL AGUACATE OSMODESHIDRATADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

M. Schwartz¹, M. Sepúlveda¹, J. A. Olaeta² y P. Undurraga²

¹ **Depto. Agroindustria. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Casilla 1004. Santiago. Chile. mschwartz@uchile.cl**

² **Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4-D Quillota. Valparaíso. Chile.**

RESUMEN

A trozos de aguacate cv Fuerte se les eliminó el 40% del agua por deshidratación osmótica, sumergiéndolos en una solución de maltodextrina 18-22 DE (al 50%) y NaCl al 10% durante seis horas, tiempo después del cual, se trituraron para transformarlos en pulpa. Para comprobar el efecto de la temperatura del almacenamiento sobre esta pulpa se la almacenó durante 80 días, bajo tres condiciones: temperatura ambiente (T3), refrigeración (4°C) (T2) y congelación (-20°C)(T1) Se controló, cada 20 días, la calidad de la pulpa midiendo humedad, aw, sólidos solubles, sal, índice de peróxido, pH y color instrumental. Todas las muestras se almacenaron al vacío en bolsas de polietileno. Los resultados se analizaron mediante ANOVA y las diferencias con el test de Duncan.

La humedad no varió ($p \leq 0,05$) y fluctuó entre 58,8 y 61,6 g/100 g pulpa. Al término de 80 días, la aw se situó entre 0,91 y 0,73; el menor valor ($p \leq 0,05$) está asociado a la pulpa congelada, en cuyo caso el agua está retenida en forma de cristales de hielo y por lo tanto no está disponible. Los sólidos solubles se mantuvieron en 20º Brix, lo mismo que el valor inicial de pH (4,4) en la pulpa congelada; en tanto a temperatura ambiente, éste aumentó gradualmente hasta 5,2 transcurridos 60 días. La tendencia del índice de peróxido a aumentar en temperatura ambiente, es distinta ($p \leq 0,05$) al comportamiento que tiene en refrigeración y congelación. Hasta 20 días no hay diferencias entre éstas últimas, pero si las hay a partir de los 40 días y hasta el final. Para la pulpa congelada, los valores aumentaron de 10,2 a 11,7 el día 80, y hasta 20,2 meq/kg de aceite, a temperatura ambiente. En cuanto al color, a temperatura ambiente, se oscurece al término del almacenamiento, producto de la rancidez incipiente. En refrigeración, también disminuye el color verde, aunque menos que en el caso anterior. En congelación el color no se altera hasta los 80 días.

La pulpa congelada una vez descongelada y mantenida a temperatura ambiente (18°C) no cambió su color al menos durante 10 horas. La eliminación previa por osmosis de gran parte del agua,

aumentó la microcristalización mejorando la textura y sabor del aguacate descongelado. Así mismo se redujo el peso y el volumen del aguacate congelado.

Palabras Clave: aguacate, deshidratación osmótica, almacenamiento

INTRODUCCION

El aguacate es una fruta cuya pulpa se altera con facilidad en cuanto es expuesta al oxígeno del aire. Sin embargo, si se elimina una fracción importante del agua que contiene, es posible que su estabilidad mejore; esto se puede conseguir, por deshidratación osmótica (DO), proceso en el cual el agua sale sin cambio de fase. Adicionalmente, al congelar trozos de aguacate, se produciría una reducción del calor latente de congelación y en consecuencia, menor demanda energética en dicho proceso. De esta manera se aumenta la microcristalización por la pequeña razón sólidos/cristales, mejora la textura y sabor de la fruta descongelada, menor pérdida por goteo, reducción del peso y del volumen de la fruta congelada (aproximadamente 50%) para almacenar y transportar. Para determinar el efecto de la DO en la estabilidad del aguacate, se siguió su comportamiento en diferentes condiciones de almacenamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

A trozos de aguacate cv Fuerte se les eliminó el 40% del agua por deshidratación osmótica, sumergiéndolos en una solución de maltodextrina 18-22 DE (al 50%) y NaCl al 10% y ácido fosfórico, durante seis horas, tiempo después del cual, se trituraron para transformarlos en pulpa. Para comprobar el efecto de la temperatura del almacenamiento sobre esta pulpa se la almacenó durante 80 días, bajo tres condiciones: temperatura ambiente (T3), refrigeración, 4°C (T2) y congelación, -20°C (T1). Se controló, cada 20 días, la calidad de la pulpa midiendo humedad, a_w , sólidos solubles, sal, índice de peróxido y color instrumental. Todas las muestras se almacenaron al vacío en bolsas de polietileno. Los resultados se analizaron mediante ANOVA y las diferencias con el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto del contenido de humedad, no se producen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos, manteniéndose los valores iniciales de humedad (o cercanos a ellos) durante el almacenamiento. Los valores del contenido de humedad fluctuaron en el rango de 58,80 y 61,56 g/100 g pulpa. Esto sugiere que el envase es suficientemente hermético como para no permitir transferencia de agua con el entorno.

Con la actividad de agua se observó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las condiciones de almacenamiento durante los 80 días de control. Los valores de a_w se situaron entre 0,91 y 0,73, siendo el menor valor el de pulpa congelada;. Esta diferencia en la a_w , aún cuando presentan valores de contenido de humedad parecidos, se atribuye a que en la pulpa congelada, el agua está fuertemente retenida en forma de cristales de hielo y por lo tanto no se encuentra disponible.

Los valores del contenido de sólidos solubles (base húmeda) se mantienen con el tiempo, como era de esperar. El contenido inicial de sólidos solubles del aguacate fresco es alrededor de 5°Brix, el que aumenta hasta casi 20°Brix después de la DO. Este aumento se debe por una parte, a la composición de la solución osmótica utilizada y por otra, a la disminución en el contenido de

humedad después del tratamiento osmótico (la humedad disminuye a 60%). Los polisacáridos que constituyen la maltodextrina no pueden penetrar las membranas celulares debido a su gran tamaño, por lo que el aumento en el contenido de sólidos solubles se debe a una entrada de mono y disacáridos que la componen (aproximadamente un 80% de las moléculas de maltodextrina son de alto peso molecular). Además, debido a la baja masa molar y al tamaño de los iones Na^+ y Cl^- , del NaCl, éste penetra, aumentando el contenido de sólidos en el aguacate.

Con relación al contenido de sal, (g sal/100g de pulpa base húmeda), se debe tener en cuenta que al tratar el aguacate con la solución osmótica se produce una ganancia de sólidos del orden del 9%, correspondiendo en su mayor parte a NaCl. El contenido de sal permanece constante en el período analizado, con un rango de 18-19%. Estos valores, que pudieran parecer altos, están afectados por la disminución en el contenido de humedad y se pueden corregir al reconstituir la pulpa a su contenido de humedad inicial.

La tendencia del índice de peróxido, a aumentar en almacenamiento a temperatura ambiente, es estadísticamente distinta ($p \leq 0,05$) al comportamiento que tiene en refrigeración y congelación. Hasta los primeros 20 días de almacenamiento no existen diferencias significativas entre T2 y T1 pero sí las hay a partir de los 40 días y hasta el final. Para el caso de la pulpa almacenada en congelación, los valores aumentaron de 10,19 el día 0 hasta 11,70 meq/kg de aceite, el día 80. En el caso de T3, el valor llegó a 20,15 meq/Kg aceite y en T2, a 13,75 meq/Kg aceite, a los 60 y 80 días de almacenamiento, respectivamente (Figura 1)

Aún cuando la pulpa se deshidrató a temperatura ambiente y se envasó al vacío, de todos modos hubo oxidación del aceite, acentuado con la temperatura de almacenamiento. Como el aceite de aguacate contiene una gran proporción de ácidos grasos insaturados, presenta mayor susceptibilidad a la rancidez oxidativa, ya que ésta aumenta a mayor grado de insaturación de los ácidos grasos. Por otra parte, trazas de ciertos metales, como los que están presentes en la clorofila, pueden favorecer las reacciones de iniciación que ocurren en la rancidez oxidativa

La Figura 2 grafica la variación del color para T3, la que muestra una disminución del verde y blanco, y un aumento del plomo, amarillo y negro, desde el inicio del almacenamiento. Este cambio de color estaría directamente relacionado con la rancidez del producto, ya que algunos de los numerosos compuestos que surgen durante las reacciones de oxidación de los lípidos, son a su vez, origen de otras alteraciones; así, los grupos carbonilo pueden reaccionar con proteínas, e incluso frecuentemente favorecer el pardeamiento no enzimático.

En la Figura 3 se presenta la evolución del color para T2. Al igual que en el caso anterior, también ocurre una disminución del color verde y blanco, y un aumento de los otros colores, pero en forma más gradual. La Figura 4 ilustra la evolución del color para T1. En este caso, no se producen modificaciones durante el almacenamiento, manteniendo la pulpa su color original (después de DO) hasta los 80 días.

Este aguacate congelado, una vez descongelado y expuesto al oxígeno del aire mantuvo inalterado su color por un tiempo superior a las 14 horas, a 22°C. Es decir, fue posible estabilizar la calidad del producto no solo por efecto de la congelación, además de disminuir su volumen y peso, sino que además, se obtuvo un producto menos lábil al oscurecimiento que si estuviera en estado fresco. El producto fue calificado sensorialmente como excelente por un panel entrenado de catadores.

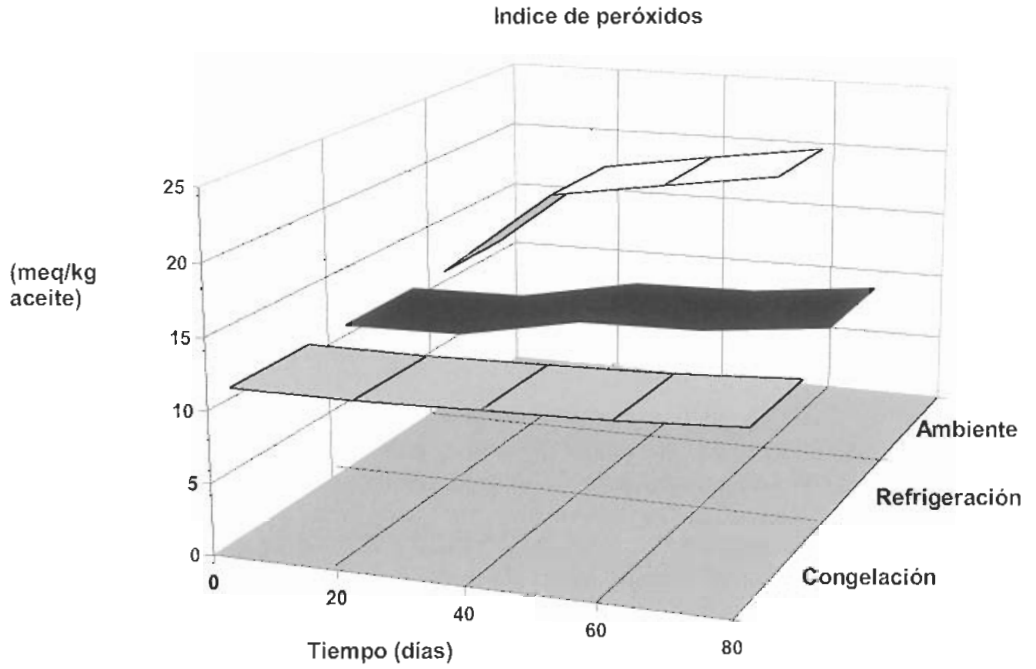


Figura 1. Evolución del índice de peróxido en pulpa de aguacate tratada con osmosis, durante almacenamiento en congelación, refrigeración y temperatura ambiente.

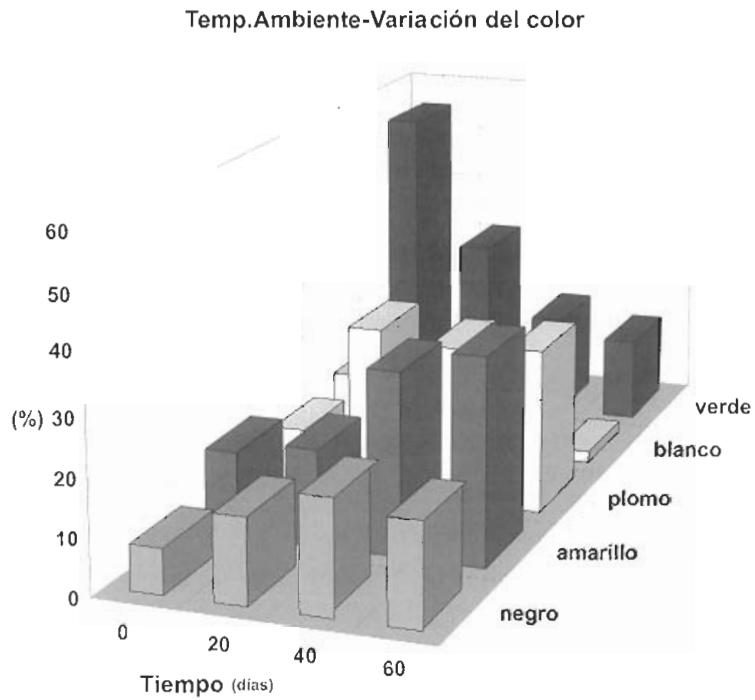


Figura 2. Evolución del color en pulpa de aguacate tratada con osmosis, durante almacenamiento a temperatura ambiente (18-20°C).

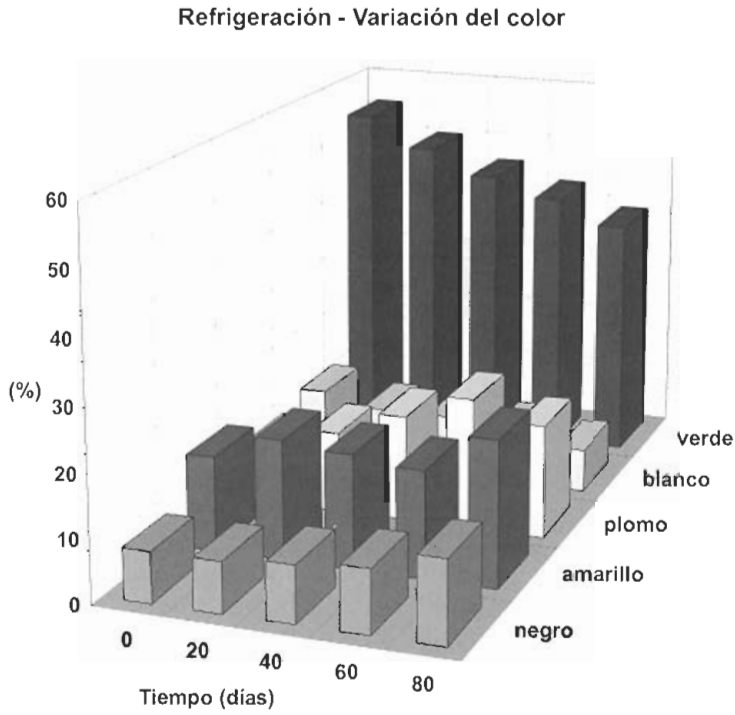


Figura 3. Evolución del color en pulpa de aguacate tratada con osmosis, durante el almacenamiento a temperatura de refrigeración (4°C).

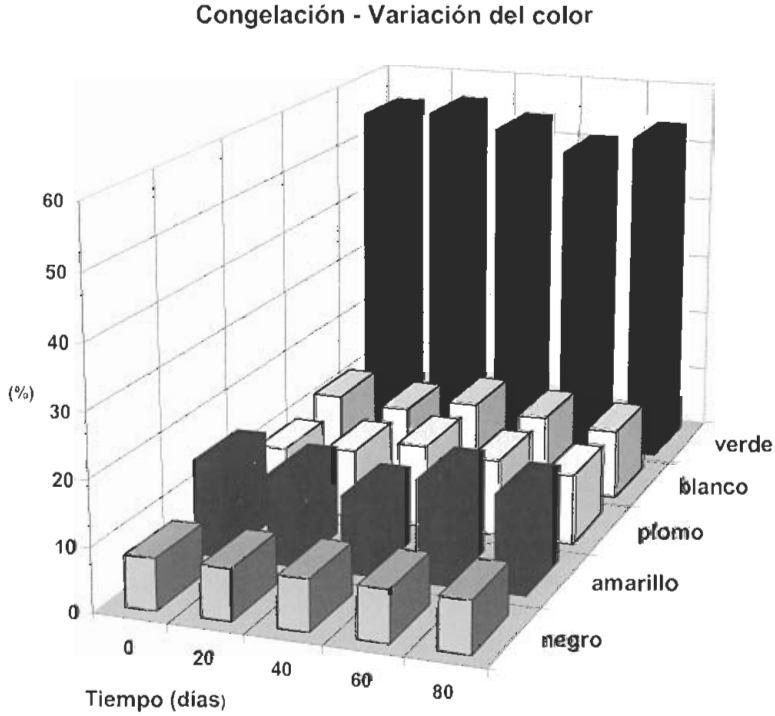


Figura 4. Evolución del color en pulpa de aguacate tratada con osmosis, durante almacenamiento a temperatura de congelación (-20°C)

CONCLUSIONES

El aguacate deshidratado osmóticamente mantiene sus características iniciales después de un tiempo no menor a 80 días de almacenamiento congelado. Después de descongelarse mantiene sus propiedades sensoriales similares al del estado fresco, cuando se expone al aire por más de 14 horas a temperatura ambiente. Esto se explica por la disminución del contenido de agua libre (aw).

Agradecimientos:

Los autores agradecen a la Fundación para la Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura de Chile el soporte financiero para realizar este trabajo

BIBLIOGRAFIA

COLLIGNAN, A., RAOULT-WACK, A.L. 1994. Dewatering and salting of cod by immersion in concentrated sugar/salt solutions. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 27(3): 259-264.

DEL VALLE, J., VALENZUELA, F. Y SCHWARTZ, M. 1998. Preservación de frutas usando el método de factores combinados. *Rev. Alimentos* 23(2) 1- 28.

RAOULT-WACK, A.L. 1994. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. *Trends in Food Science & Technology.*

SCHWARTZ, M. 1993. Conservación de frutas por métodos combinados: una alternativa de interés para los productores y la agroindustria. *Simiente.* 63 (4): 212-213.

SCHWARTZ, M. 1994. La deshidratación osmótica como técnica de preconservación de frutas y hortalizas. *Aconex.* 44 (2): 10-13.

SCHWARTZ, M.; SEPÚLVEDA, M.; VILLANUEVA, L. 1994. Deshidratación osmótica de manzana (cv Granny Smith) con jarabe de maíz. Libro resumen VIII Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Uruguay. p. 54.

SCHWARTZ, M.; SILVA, C.; VERGARA, P. 1994. Osmotic dehydration of Granny Smith apples using apple juice and hot air. *Proc. of International Symposium on the Properties of Water.* p. 84

SCHWARTZ, M.; VILLANUEVA, L.; SEPÚLVEDA, M. 1994. Calidad organoléptica de la banana osmodeshidratada (var Cavendish) durante el almacenamiento. X Congreso Latinoamericano de Nutrición. Venezuela. p. 41-42.

SCHWARTZ, M, TEPPER, P. Y SEPÚLVEDA, M. 1996. Efecto de la maltodextrina y NaCl en la deshidratación osmótica de la palta (aguacate). Libro resumen IX Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Cuba, p.116

SEPÚLVEDA, M. 1995. Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de manzana con jarabe de maíz. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 135 pp.

TORREGGIANI, D. 1993. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International.* 26: 59-68.

OBTENCIÓN DE UNA PASTA DE AGUACATE MEDIANTE TRATAMIENTO TÉRMICO

A.Ortiz¹, R. Mora¹, T. Santiago¹, L. Dorantes¹

¹ **Departamento de Ingeniería Bioquímica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Prolongación Carpio y Plan de Ayala. Colonia Santo Tomas c. p. 11340 México, D. F. ortizalicia@hotmail.com**

RESUMEN

Es importante desarrollar nuevos procesos que permitan ofrecer al consumidor productos elaborados con aguacate que presenten un aspecto agradable después de un tiempo aceptable de almacenamiento. Por otro lado, para el tratamiento de alimentos tipo purés o pastas resulta conveniente usar intercambiadores de calor de superficie raspada. Este tipo de alimentos contienen sólidos en suspensión, forman depósitos y/o presentan comportamientos reológicos no newtonianos.

El objetivo de este trabajo fue establecer con base a las propiedades fisicoquímicas de la pasta de aguacate variedad Hass, las condiciones de operación óptimas en las cuales, como resultado del tratamiento térmico en un intercambiador de calor de superficie raspada (ICSR), la enzima polifenol oxidasa es desactivada.

En la primera parte de la experimentación se aplicó un calentamiento directo en una placa caliente a diferentes muestras, en cinco niveles de temperatura, tres tiempos de tratamiento y se evaluó la actividad de polifenol oxidasa. Con los resultados obtenidos, se procedió a realizar el tratamiento térmico a 73, 80, 84 y 85° C durante 10, 8, 6 y 4.6 minutos, respectivamente en el intercambiador de calor de superficie raspada. Las muestras se almacenaron por ocho semanas, evaluando su calidad microbiológica, color y pH.

La pasta de aguacate tratada a 85° C, presentó una gran estabilidad microbiológica durante el tiempo de prueba y poca variación de pH con respecto al producto obtenido inicialmente. La pasta tratada a las temperaturas de 73° C, no presentó estabilidad microbiológica, ya que en la primera semana se detectó un incremento en la cantidad de coliformes, y por otro lado el valor de pH presentó un descenso importante a lo largo de los dos meses de almacenamiento. Para todas las condiciones de tratamiento térmico, el color de la pasta de aguacate presentó una degradación hacia el color amarillo conforme avanzó el tiempo de almacenamiento.

Palabras Clave: aguacate, intercambiador de calor, tratamiento, térmico.

INTRODUCCIÓN

El uso de intercambiadores de calor de superficie raspada para el tratamiento térmico en alimentos, se ha convertido en una alternativa para aquellos que contienen sólidos en suspensión y presentan un comportamiento reológico no newtoniano, así como para aquellos alimentos líquidos que tienden a formar depósitos o incrustaciones durante el proceso térmico. Debido a que las propiedades fisicoquímicas de cada fluido son muy específicas y a que no todos los fluidos alimenticios son viables de trabajar en las mismas condiciones de operación, es necesario llevar a cabo la caracterización del intercambiador de calor con el alimento específico, a fin de determinar o predecir el comportamiento de éste en condiciones de operación específicas. (Trommelen, 1971).

Actualmente el entorno económico mundial, favorece el intercambio de productos alimenticios entre los países, con una tendencia hacia los alimentos lo menos adicionados químicamente para su producción y conservación. Es por eso que surge la necesidad de presentar nuevas alternativas de procesamiento de alimentos, que incluyan en lo posible, sólo procesos físicos para su conservación.

Los productos derivados del aguacate, como son los purés tipo guacamole, congelados o refrigerados, fueron introducidos hace aproximadamente 5 años y han aumentado su popularidad en Estados Unidos y Canadá. De los métodos más actuales para la conservación del aguacate está el método de ultra presión, en el cual se expone la pasta de aguacate a presiones que van alrededor de 87 000 psi (600 MPa), con lo que se eliminan todos aquellos microorganismos que pueden causar el deterioro de la pasta de aguacate, sin embargo no se reporta su efecto en el oscurecimiento enzimático, (Flowpress 2001).

Los procesos térmicos hasta ahora no han tenido mucha aplicación ya que el aguacate experimenta, como consecuencia de la acción del calor, cambios irreversibles en las características sensoriales. El alto contenido de grasa en la pulpa lo hace susceptible a una pérdida de color y olor ante estos tratamientos, aunado a la generación de sabores amargos y a la degradación de la clorofila hacia colores parduscos, Bennet (1973), García (1975). Covarrubias (1984) concluye que el tratamiento térmico inhibe el oscurecimiento de la pulpa de aguacate *Hass*, pero que este no debe ser muy severo ya que induce el sabor amargo y la decoloración, recomienda pasteurizar a 75 °C por corto tiempo (no se especifica cuanto tiempo); también señala que los aditivos tales como ácidos orgánicos, que bajan el pH de la pulpa a menos de 6, reducen la calidad de las grasas y favorecen la decoloración sobre todo si se aplica un calentamiento al producto. Guzmán (1998) al utilizar 12 ppm de cloruro cuprico o 120 ppm de cloruro de zinc calentando con microondas durante 30 segundos obtuvo una retención de color verde de hasta 7 días en comparación con pasta de aguacate tratada únicamente con microondas por 30 segundos.

Son muy pocos los trabajos relativos a tratamientos térmicos, sobre todo en la variedad *Hass*; sin embargo estos coinciden en el hecho de que la aplicación de calor favorece la oxidación de las grasas, el cambio en el color por la degradación de la clorofila y la formación de sustancias amargas. A pesar que se ha comentado que la temperatura tiene un efecto negativo en las propiedades sensoriales de la pasta de aguacate, se sugiere entonces, el empleo de un método térmico con características especiales sobre la pasta de aguacate, que no afecte considerablemente las características de calidad de la pasta, ofreciendo barrera contra los microorganismos y el oscurecimiento enzimático.

Las condiciones sugeridas para llevar a cabo un tratamiento térmico sobre la pasta de aguacate son el emplear condiciones de alta temperatura corto tiempo y/o baja temperatura largo tiempo, empleando un intercambiador de calor de superficie raspada. Es importante estudiar el efecto del tratamiento térmico en parámetros de calidad tan importantes como la inactivación de las enzimas causantes del oscurecimiento, el color del producto al final del proceso, su estabilidad química y microbiológica así como la formación de olores y sabores desagradables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aguacate variedad *Hass* adquirido en la Central de Abastos de la Ciudad de México.

Material de vidrio de uso común en laboratorio.

Balanza electrónica analítica OHAUSAS120.

Contador de colonias.

Espectrofotómetro Color Mate HDS Milton Roy 347805.

Estufa de incubación Ríos Rocha.

Medidor electrónico de pH.

Molino coloidal Loher & Söhne VDE 0530.

Spectronic 20 Milton Roy Company.

OBTENCIÓN DE LA PASTA . Se hizo manualmente la extracción de la pulpa del aguacate previamente lavado y sanitizado, para posteriormente pasarla por un molino coloidal marca Loher & Söhne VDE 0530, previamente lavado y sanitizado con agua caliente.

EVALUACIÓN DE COLOR. El color de la pasta antes y después del tratamiento térmico, se efectuó en un Espectrofotómetro "color mate". Se midieron los valores de los parámetros calorimétricos a, b y L y se trazó la curva de los valores de longitud de onda contra reflectancia. Las curvas obtenidas, se analizaron comparando las diferencias entre las curvas de los testigos y las muestras para la longitud de onda del color verde (520 nm), Rakoff (1985).

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE POLIFENOL OXIDASA. La actividad de polifenol oxidasa en la pasta de aguacate se determinó por el método de Dorantes (1997) modificado. Para determinar las condiciones mínimas de tratamiento térmico (tiempo y temperatura) en las cuales se desactivará la enzima polifenol oxidasa se realizó la determinación de su actividad a las siguientes condiciones: 50, 60, 70, 80 y 90 ° C, manteniendo cada temperatura durante 5, 10 y 15 minutos de tratamiento térmico, empleando una placa caliente.

TRATAMIENTO TÉRMICO Y ESTUDIO DE ESTABILIDAD. Se realizó el tratamiento térmico en el Intercambiador de calor de superficie raspada (ICSR), de tres cuerpos, escala piloto, (marca JERSA). En el cuerpo de calentamiento a 73, 80, 84 y 85 ° C, durante 10, 8, 6 y 4.6 minutos respectivamente. La temperatura de las soluciones de enfriamiento, fueron de 25 ° C en el segundo cuerpo del intercambiador y de 2 ° C en el tercero. Cada una de las condiciones de tratamiento se identificó como un lote específico, los cuales fueron almacenados a 0 ° C \pm 2 ° C, y se les realizó en periodos semanales, durante un lapso de dos meses: color, pH, coliformes (NMP), mesofílicos aerobios, hongos y levaduras (UFC/mL).

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA. Se realizaron las siguientes determinaciones: a). Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias en placa (UFC/mL de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994, b). Coliformes totales como número más probable de coliformes de acuerdo a la NOM-112-SSA1-1994, c). Cuenta de hongos y levaduras de acuerdo a la NOM-111-SSA1-1994.

EVALUACIÓN DE pH. Para evaluar la estabilidad del pH de las muestras de aguacate tratadas en el intercambiador de calor de superficie raspada, se midió el pH a la pasta de aguacate, antes y después del tratamiento térmico, por inmersión directa del potenciómetro digital calibrado anteriormente con solución amortiguadora de fosfatos pH 4.0 y 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la cinética con el calentamiento directo, mostraron que el color de la pasta de aguacate presenta un oscurecimiento significativo cuando se trata a 80 ° C o más. La enzima polifenol oxidasa se desactiva cuando se aplican 75 ° C por 15 minutos o cuando se aplican 76 ° C por 10 minutos. Estas condiciones de desactivación de la enzima polifenol oxidasa se tomaron como punto de partida para hacer el diseño experimental del tratamiento térmico en el intercambiador de calor de superficie raspada (ICSR).

De acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro 1, se demuestra que no existe actividad de la enzima polifenol oxidasa ya que los valores de **a**, **b** y **L** no presentan variación con respecto al testigo. Los valores de la relación **a/b** de las muestras son prácticamente iguales al valor de la relación **a/b** del testigo. López Malo et al. Informaron que valores del parámetro **a** inferiores a -0.47 de muestras de aguacate, se correlacionaron con una buena aceptación sensorial, por un jurado que evaluó el color. Dado lo anterior y los resultados de **a** mostrados en el cuadro 1, podemos asumir que las muestras obtenidas en este trabajo tienen buena aceptación sensorial.

En la figura 1, se observa un ligero desplazamiento en las curvas de las muestras con respecto a la del testigo, esto se explica por que el testigo usado es de la pasta antes de entrar al ICSR; mientras que las muestras han sido sometidas al tratamiento térmico y en consecuencia modifican su color.

Para determinar la velocidad de degradación del color verde, se trazó la curva de la relación **a/b** de cada lote contra las semanas de almacenamiento y se calculó la pendiente de la parte recta de la curva, la cual representa la velocidad de degradación del color. Las velocidades de degradación del color se compararon entre sí para determinar con cual de los tratamientos térmicos se obtiene la pasta de aguacate con mayor estabilidad en el color, (figura 2 y 3) Las pendientes de las curvas representan la velocidad de degradación del color verde. El lote tratado a 85 ° C , 4.6 minutos mostró el valor mas bajo de la pendiente lo que significa que se presentó la menor velocidad de degradación del color; mientras que el lote tratado a 73 ° C por 10 minutos, manifestó el valor mas alto de la pendiente lo que indica que la velocidad de degradación de color es la mayor. De lo anterior se concluye que la velocidad de degradación del color mantiene una relación directamente proporcional al tiempo de tratamiento y una relación inversamente proporcional a la temperatura.

La muestra testigo (sin tratamiento térmico) presenta una alta carga microbiana, la cual de acuerdo a valores recomendados por Quintero (1997), no sería permisible para el consumo humano. Para los lotes que se trataron a condiciones de operación de alta temperatura, 85 y 84 ° C no se encontró presencia de mesofílicos aerobios, hongos, levaduras ni coliformes. Para los lotes que se trataron a condiciones de operación de menor temperatura, 80° C y 73° C se observa que no hay presencia de hongos ni levaduras, sin embargo si se encontró cuenta de mesofílicos aerobios y coliformes pero con valores aun dentro de los límites permisibles.

Las condiciones de tratamiento térmico de 85 y 84 ° C , la pasta de aguacate obtenida presentó mayor estabilidad en el pH conforme se incrementó el tiempo de almacenamiento.

CONCLUSIONES.

1. Las condiciones mínimas de operación en el intercambiador de calor de superficie raspada para desactivar la polifenol oxidasa son 73 ° C durante 10 minutos.
2. Las condiciones máximas de operación en el intercambiador de calor de superficie raspada para desactivar la polifenol oxidasa son 85 ° C durante 4.6 minutos.
3. A mayor tiempo de tratamiento térmico en el intercambiador de calor de superficie raspada, la velocidad de degradación del color verde se incrementa.
4. El color de la pasta de aguacate durante el almacenamiento, presentó una degradación hacia el color amarillo conforme avanza el tiempo de almacenamiento.
5. Los lotes tratados 85 y 84 ° C, mostraron la mayor estabilidad microbiológica durante los dos meses de almacenamiento.
6. El pH de la pasta de aguacate no presenta variaciones importantes para los tratamientos de 85 y 84° C.

Cuadro 1. Parámetros colorimétricos del calentamiento térmico en el ICSR

TRATAMIENTO TÉRMICO		PARÁMETROS COLORIMÉTRICOS			
Temperatura (°C)	Tiempo (min)	L	a	b	a/b
Testigo: 25	0	52.48	-5.04	20.92	0.2409
73	10	46.74	-4.75	20.59	0.2306
80	8	49.15	-4.86	19.99	0.2431
84	6	51.34	-4.99	19.87	0.2511
85	4.6	53.08	-5.01	19.63	0.2552

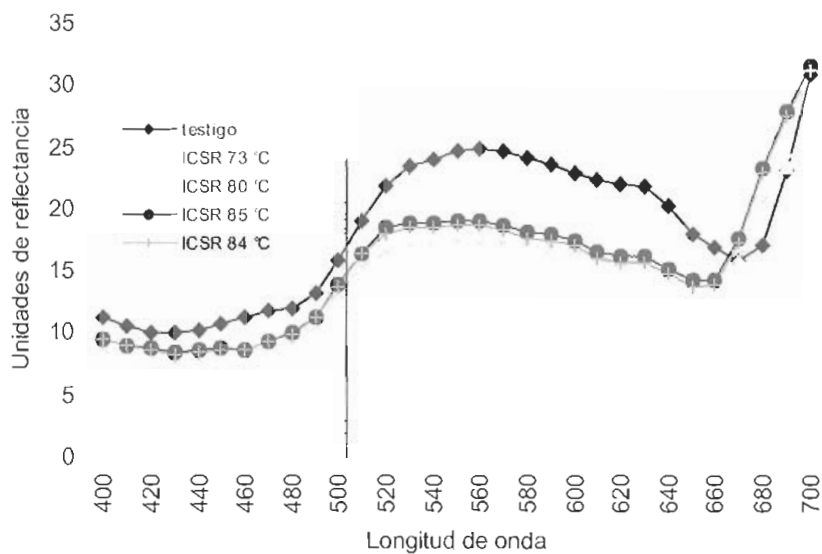


Figura 1. Color de la pasta de aguacate después del tratamiento en el ICSR

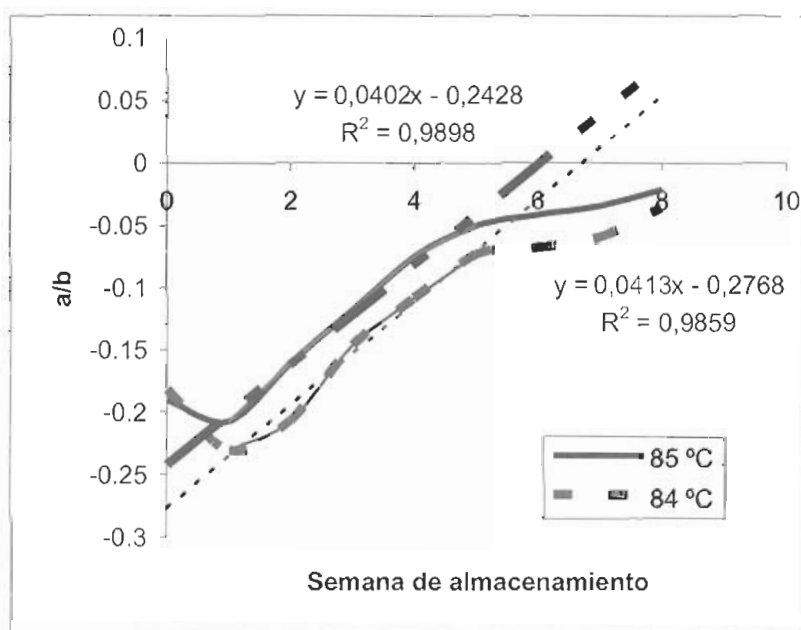


Figura 2. Velocidad de degradación del color de la pasta de aguacate tratada a 85 y 84 °C en el ICSR.

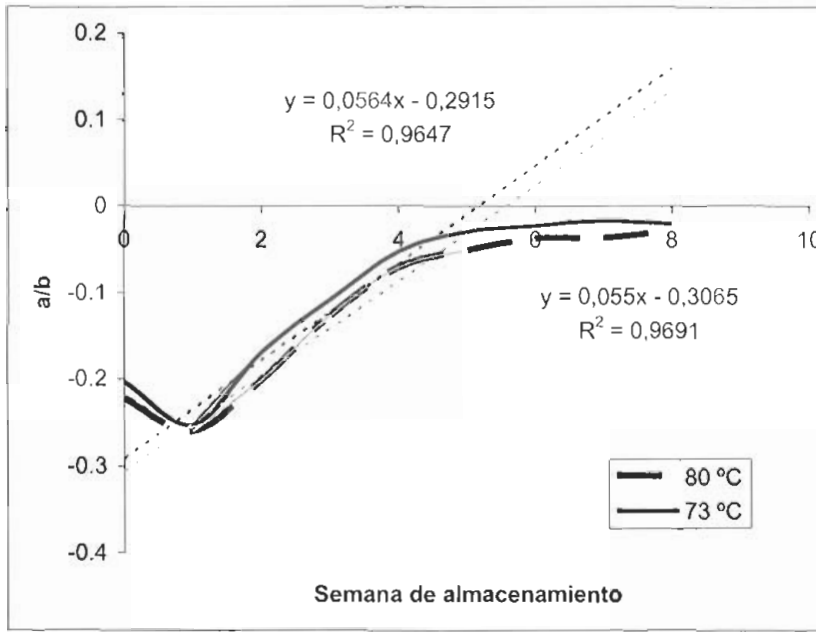


Figura 3. Velocidad de degradación de la pasta de aguacate tratada a 80 y 73 °C en el ICSR

BIBLIOGRAFÍA

BENNET, G. ; DOLER, A. ; FATARSKY D. 1973. Compounds contributions to heat induced bitter off flavor in avocado. J. Food Sci 38: 546.

COVARRUBIAS, G.I. 1984. Comportamiento de la pulpa de aguacate (*Persea americana* mill) var. Hass ante diferentes aditivos y variación de temperatura. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

DORANTES A, L. 1997. El oscurecimiento enzimático del aguacate. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.

GARCIA, R. ; ANDRADE, J. AND ROLZ, C. 1975. Effect of temperature and heating time on the detection of flavor in avocado paste. Journal of food science. 40:200.

GUZMÁN, G. (1998). Cambios en el color y clorofila de aguacate (*Persea americana*, Mill), variedad Hass tratado con microondas. Tesis de Maestro en Ciencias de los Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. México.

LOPEZ - MALO, A, PALOU, E., BARBOSA, G., WELTI, J., & SWANSON, B., 1998. Polyphenol oxidase activity and color changes during of high hydrostatic pressure treated avocado puree. Food Research International, 31, 549-556.

NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias en placa.

NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del numero mas probable.

QUINTERO 1997 Desarrollo de un producto de aguacate con proceso mínimo y la propuesta sanitaria para la planta procesadora. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México.

RAKOFF, H. 1985. Química Orgánica Fundamental. LIMUSA. México, pp 620.

TROMMELEN A.M. AND BEEK, W.J. 1971. A mechanism for heat transfer in a votator-type scraped-surface heat exchanger. Chem. Eng. Sci. 26 1987-2001. www.flowpress.com

FRUIT OF THE FORTUNE IN TAIWAN

P. Ling¹

¹ **Bosrd Chairman of Chinese Avocado Association. Dept. Hortculture, National Taiwan University. 106. Taipei Taiwan Republic of China. E-mail:chenyo@ccms.ntu.edu.tw**

SUMMARY

Introduction the present situation of avocado production and consumption in Taiwan; a comparison of some production environments in California vs Taiwan. Recognizing the characteristics of avocado fruit – unconventional fruit requires unconventional way to deal with. Necessity and struggling in road to industrialization. Perspectives of the future.

Key Words: Fruit of fortune, Taiwan

Logotype of the Second World Congress of Avocado designates “the shape of the thing to come”. It is floating in my mind, and forever I am afraid. The lovely large avocado family have been so impressive and substantial, Carol and Bob Lamb especially. More appropriately, I call it fruit of fortune. The Chinese characters 幸福果 once appeared in California Avocado Quaterly (page 8. No. 26. April 1993) if one has noticed. More realistically, a million thanks to the generous couple Gwen and Bob Bergh who did appear in Taiwan for a while(Oct. 30-Nov. 7, 1995) helping us drawing that thing closer to us more essentially in the episode. To mention a few.

Introduction of avocado plants of Florida origin from Hawaii dated back to early part of last century was recorded. But none of the original tree is now in existence. These varieties were mainly maintained in Chiayi Experiment Station in southern Taiwan. Since then succeeding plants were distributed to growers for personal trial from time to time. Until recent decade, additional introduction from California took place in this period and some experiments started. In general no formal trial of noticeable scale have been conducted.

Present situation: The status of avocado growing in Taiwan can only be considered as” semi-progressive” situation. In other words, there are commercial groves planted to certain varieties as compared to backyard seedlings or criollos in Guatemala. Cultural method is rather primitive. Graftage and sometimes air-layering are employed. No large nursery found. Phytophthora losses

were not uncommon. Phosphitic injection for tree salvage has been employed. Probably less than 10 prominent varieties are from seedling of West Indian race or West Indian x Guatemalan hybrids originated from Florida sources. The main maturity season is late summer and fall. Some late varieties will last until late winter, Hall and Choqall (Hall x Choquette) dominating. Extremely late or early varieties are rare.

Acreage and producing area: At present, the main avocado producing areas are located in southern Taiwan say Chiayi and Tainan Hsien (county). The total acreage 200 hectares and is increasing noticeably.

Marketing: Avocado is consumed locally mainly in the form of milkshake which is most popular in south cast Asia. In late winter when supply fell short and prices went high, some importation from Vietnam or Indonesia might take place. Fruits from these sources came in boxes containing mixed fruit of different "varieties" probably picked from backyard trees. Occasionally people would worry about the market. To my opinion, there is no problem. Since the gigantic market of Shanghai is just close by. Once extensional education is succeeded, supply will soon come short for sure. Comparison of production environments in California vs. Taiwan: It is of interest to mention the good example of California avocado industry built on such adverse conditions namely shortage of water, land, labor and with frost hazards and yet the most successful one. Why? The most important factor—man. After struggling for a century the leading model of avocado industry has come out.

Take a look at China. Boundless land in frost-free area of south China, (Including Taiwan of course, which is one of the provinces) ; ample precipitation, labor plenty, skilled and unskilled. If the problem of man factor is resolved. There is no reason an industry will not succeed in the long run. Thus, it is quite clear the "man factor" is waited to be duely solved. The first and simpliest reason is the complete ignorance of the people the existence of such a "thing". To educate, informing what the "thing" is basically important. This is the challenge, this is our task. That it is a gifted high nutritive fruit is out of question. Indeed, it is a valuable food to be exact, delicately palatable; meeting the requirements of modern health concept. The high class oil widely used by cometician for health and beauty of the fair sex, a high class fruit of attractable appearance with long shelf life demanding high prices, thus an excellent commodity. Growers prefer it to citrus simply because it just grow easily with less pest problems. Great capacity and potential for future demand and contribution. Just a few definition to mention what the thing or fruit of fortune is like.

The more one gets acquainted with the thing the easier to deal with the whole matter. Characteristics of the fruit needed to be recognized. Unconventional fruit requires unconventional way to deal with.

All these years, after continuing care, study, close observation and consultation, I realize that industrialization of the thing- fruit of fortune is badly needed and to work upon in the part of the world. Patience had been taken for long year of the paper work, legislation of the "Chinese Avocado Association" was finally substantiated three years ago , functioning as the locomotive to start with. The whole train of research, cultural, educational and extensional, organization, and marketing work following.

There are two targets to be aimed at:

1. Make the thing available as one of the staple food.
2. To be able to produce fruit in boxes as a commodity.

Perspective of the future is bright with confidence, Evidently the aforementioned condition of our environment for avocado production is undoubtedly perfect. "Man factor" again, I repeat, is of utmost importance on way to success. Dealing with the thing we have a lot to learn from our brothers who are not old at all- 5th World Congress.

Our motto

To your fortune

To our fortune (you and me)

To fortune of China

To fortune of the world.

COUNTRY REPORT - NEW ZEALAND

J. G. M. Cutting

New Zealand Avocado Growers Association, P O Box 16004, Bethlehem, Tauranga, New Zealand.

E-mail Jonathancutting@nzavocado.co.nz Website address www.nzavocado.co.nz

INTRODUCTION

The New Zealand avocado industry is only about 40 years old but is well established and is the third largest fresh fruit horticultural product group in the country. The industry has a strong focus on fresh fruit exports and has historically exported 60-65% of the national crop. The balance of the crop is sold on the New Zealand domestic market or is processed for cold pressed oil. There are more than 1,100 growers registered with the NZ Avocado Growers Association (AGA).

HORTICULTURAL PRODUCTION.

The only commercial cultivar is Hass (97%) with very small numbers of Zutano, Bacon and Reed planted mainly as pollenizers. The industry is based on seedling root stocks with Zutano being the most popular. There are some Hass plantings on seedling Reed and seedling Bacon. Clonal root stocks are slowly becoming more popular as nurseries produce increasing numbers of Hass on Duke 7.

New Zealand is blessed with deep volcanic ash soil (Andosols) with low bulk densities. Most of the production in the Bay of Plenty and Northland is on volcanic soils. Avocados are grown on consolidated wind blown dune sands in the Far North region of New Zealand. The Andosols have a deep unrestricted rooting zone with a thick organic horizon on top. Phosphate and potassium are limiting elements in the soil. Typically there are deficiencies in the trace elements magnesium, zinc, sulphur, boron, cobalt and manganese.

Rainfall is between 1600mm and 2300 mm per annum depending on microclimate. The high retention of plant available water of the Andosol soils combined with a well distributed rainfall means that many trees are not irrigated. Irrigation is essential on the sandy Far North soils. *Phytophthora cinnamomi* root rot is widespread in New Zealand but the severity is generally quite low. Root rot is managed by the natural soil advantages and by using phosphonate fungicides and surface water drainage.

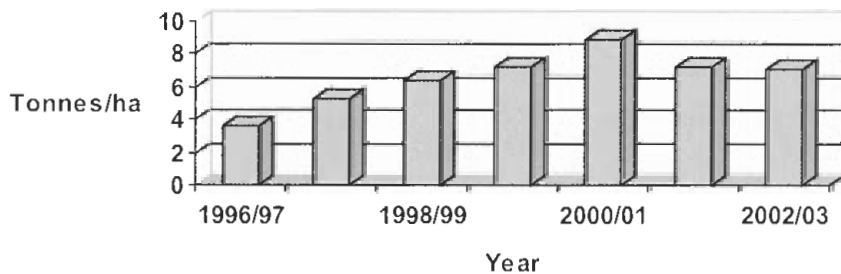
The major constraints on production are low temperatures and late frosts during spring flowering, high winds and insect pests such as six-spotted mite, various leaf rollers, Greenhouse Thrips and armoured scales. New Zealand orchards are typically surrounded by high evergreen windbreaks. Tree size control and canopy management strategies are not widely practiced in New Zealand.



PRODUCTION STATISTICS

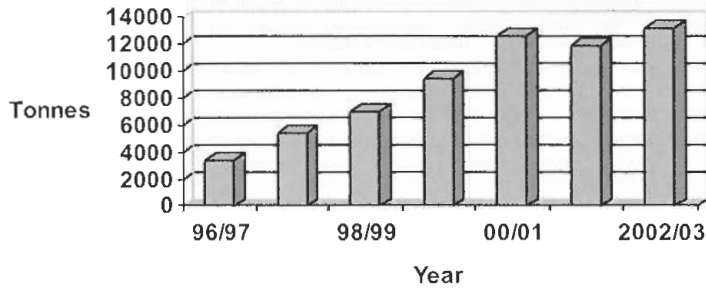
There are approximately 4,000 hectares planted. Less than 1,600 ha are more than 6 years old. The average avocado farm is 3.6 ha, but individual orchard size ranges from less than 0.5 ha to more than 50 ha. Production is limited to the North Island with almost 70% of plantings in the Bay of Plenty region centred around Tauranga. The other regions of commercial importance are Northland around Whangarei and Kaitiia and south of Auckland. National yields have been increasing slowly from a very low base in the mid 1990's. National average yield data may be distorted by the inclusion of young orchards which constitute a disproportionate amount of the total acreage and have not yet reached full production.

National average yield



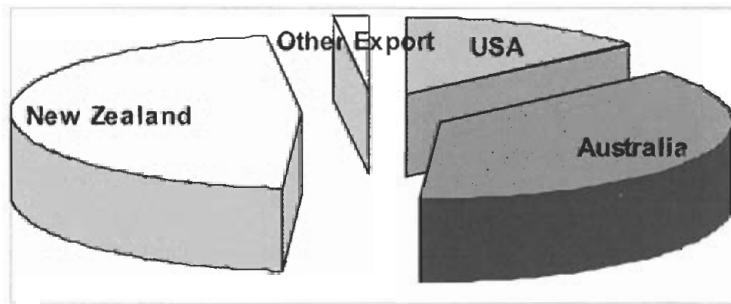
The New Zealand crop has increased from less than 4,400 tonnes in 1993/4 to more than 13,500 tonnes in 2002/3. The crop is expected to increase to over 40,000 tonnes by 2012 based on the large acreage planted in the past 6 years.

National Production from 1996-2003



The major exports markets are Australia and the United States of America (USA). Australia has been the most important export market and continues to be the largest export market consuming almost 70% of New Zealand exports in the 2002/3 season. The USA has increased in importance over the past 6 years.

Market share by destination



Smaller quantities of fruit are exported to Japan, Korea, Singapore and Taiwan. Boutique quantities of fruit are exported to the South Pacific Islands. The main harvest season is from mid-September to early March. The vast majority of the national crop is packed in 26 packing houses with the 7 largest packing houses packing half the national crop. Approximately 2% of the national crop is processed into cold pressed extra virgin avocado oil.

MARKET DEVELOPMENT

The NZ Avocado Growers Association (AGA) is committed to growing the NZ domestic market by building demand for avocados. Per capita consumption has increased from less than 250 g in the early 1990's to 1.58 kg in the 2002/3 year. The industry goal is to build demand to more than 3 kg per person by 2008. The NZ Avocado Growers' Association makes a substantial annual investment in domestic market promotion and has been involved in generic promotions for more than a decade. It is interesting to note that in New Zealand only Hass is promoted. The development of the NZ market is built around fruit quality, food safety, health and avocado food options in the NZ lifestyle. Television advertising promoting avocados as a mainstream food, and using the national

Heart Foundation “pick the tick” logo, are the core of the promotional programme. There are associated investments in food fairs, ripeness guides and point of sale material and an industry wide food safety programme. To address consumer concerns in relation to the environment and sustainability, the industry has been developing a programme called *AvoGreen*[®] for the past seven years and it is being commercially launched in the spring (October) of 2003.

New Zealand avocado growers, in partnership with exporters, are financially involved in the development of the Australian market through a range of commercial initiatives with leading Australian supermarket groups and commit approximately 2% of the sale value to promotional activities. Growers will contribute to the development of the USA avocado market through promotional levies paid to the Hass Avocado Board to be used to fund generic market development. New Zealand avocado growers are enthusiastic and support this programme.

Fruit quality and meeting consumer expectations to underpin and build long-term demand remains a key market development strategy for New Zealand avocado growers. Growers have invested in an integrated approach to quality which is science based and built upon grower and supply chain education, quality standards, quality compliance, quality assurance, information and intelligence systems. The intelligence systems include library trays for each grower for each harvest date and off-shore outturn monitoring. These various activities are centrally located and database driven. All this combines to ensure a powerful feedback mechanism providing input into the postharvest research programme.

INTERNATIONAL COOPERATION

The New Zealand avocado industry fully understands the global nature of the international fruit trade. There is a strong partnership between the grower body, exporters and the supply chain under the umbrella of a peak organisation, the Avocado Industry Council Limited. As a result of this partnership there is a shared view of goals and the strategic direction the industry needs to take, and a will to make it happen. Importantly the industry can speak as one and there is a vehicle for deliberate and outcome focussed international cooperation.

On a commercial level exporters and grower groups are active in developing commercial relationships with partners in all markets. The AGA has developed good international relationships with grower and industry organisations in Australia, United States and South Africa. New Zealand is starting to build relationships with Chilean avocado growers. The relationship with Australian growers is particularly close with mutual exchanges and cooperation in the fields of information and technical development. There is regular programmed high-level political and executive contact. Where appropriate there is joint funding of research. The Australian and New Zealand avocado growers share a joint conference every four years.

The AGA makes significant investments in research and development. A key outcome is the sharing and wide distribution of the research results. The AGA publishes all research funded in an annual Research Report made which is available to all growers in New Zealand and can be purchased by researchers anywhere in the world.

CONCLUSIONS

The New Zealand avocado industry is very small by international standards and produces less than 1% of world supply. The avocado sector is poised for dramatic growth in the next 10-5 years as new plantings come on stream and the benefits of growing Hass in cool climates are realised. Growers are confident in the future prospects of avocado. New Zealand is committed to being a

responsible participant in the global avocado business and has developed systems and institutions to ensure that this happens in a deliberate and robust way. New Zealand avocado growers have a strong commitment to fruit quality as a key strategy to building long-term demand. New Zealand avocado growers actively support international market development and are financially involved in programmes in New Zealand, Australia and the USA.

REFERENCES AND BIBLIOGRAPHY

ANON. 2002. New Zealand Avocado Growers Association : Annual Report. Tauranga, New Zealand.

CUTTING JGM, DIXON, J 2000. NZ Avocado Growers Association Growers Manual. Brebner Print, Hamilton, New Zealand

WHILEY AW, SCHAFFER B, WOLSTENHOLME NB 2002. The Avocado: Botany, Production and Uses. CABI Publishing, Oxon UK

“MARKETING EN AGUACATES, SI Ó SI”

Horacio Frías

Presidente de Guayal S.A. Argentina

RESUMEN

ESCENARIO HISTÓRICO

Estamos en España, testigo presencial de la historia de Europa. Las guerras, casi una constante en la historia, siempre tenían un objetivo. Apropiarse de la producción del país vencido. Los frutos de la tierra eran escasos, la tecnología precaria, y en esos siglos, aumentar la cantidad de tierra disponible mediante la guerra, era el único camino viable para disponer de mayor cantidad de productos.

La tierra sigue siendo un recurso escaso, pero la producción de aguacates hoy ha pasado de la escasez a la sobre oferta.

ESCENARIO ACTUAL

Los ingenieros, mediante la ciencia, la técnica, y el riego localizado, han realizado este cambio de la escasez a la sobre oferta. Sus consecuencias, benéficas ó peligrosas, no han sido todavía totalmente asumidas por los productores de aguacates. Es necesario hacerlo cuanto antes. La mayor producción es como la electricidad, sirve para dar luz ó sin querer para electrocutarse.

El poder económico ha dejado de estar en quienes tenían las anteriores ventajas comparativas, la propiedad de la tierra y la producción. Hoy está en las ventajas competitivas que son crear, desarrollar y mantener, un espacio para los aguacates en la mente de los consumidores.

Los activos físicos de Coca Cola, no llegan al 0,0001 del valor sus activos. Lo que más vale es la imagen de su marca en la mente del consumidor

¿Por qué si los mexicanos consumen casi 10 Kg. de aguacate al año, los israelíes casi 7 Kg. y los californianos 6 Kg., no podemos alcanzar esas cifras en muchos mas países?

Porque el productor está más predispuesto a invertir en fertilizantes que en marketing.

COMPLEMENTACIÓN ENTRE CALIDAD DEL PRODUCTO, COMERCIALIZACIÓN Y ACTIVIDADES PROMOCIONALES

El producto aguacate llega a la mesa del consumidor compuesto por tres productos:

El producto físico, el producto imaginario y el producto más servicios.

El Producto Físico: Son los frutos, el distribuidor ó mayorista debe disponerlos en cantidad, de calidad y con continuidad.

El Producto Imaginario: Es la imagen del aguacate en la mente del consumidor.

El Producto más Servicios: Premaduración, Logística de Distribución y Degustación.

(Se explican luego los detalles que conforman cada una de las tres partes del producto).

De los tres, el Producto Imaginario es el más importante. Si no hacemos conocer el excelente sabor del aguacate y no comunicamos sus enormes ventajas para la salud, no motivamos la actitud de compra, constante y continuada del consumidor.

Hay que asumir que mientras la cualidad está en lo tangible, que es el sabor del aguacate; el valor está en lo intangible, que es la imagen de las virtudes del aguacate, en la mente del consumidor.

La mayor competencia no son otros productos ó las otras variedades de frutos.

Es la indiferencia del consumidor que recibe múltiples ofertas de diferentes cosas y la apatía del productor y del distribuidor, que aún no toman las medidas complementarias a las crecientes producciones.

Al consumidor hay que crearle necesidades, que solo los productores de aguacate podamos satisfacer. Los médicos además de curar enfermedades, cuando reciben información adecuada pueden ayudar a prevenirlas. El aguacate es la fruta con mayor cantidad de vitaminas y minerales en la naturaleza. Informemos a médicos y nutricionistas.

Quiero agradecer a las autoridades de este V Congreso Mundial del Aguacate, la distinción que me han hecho al darme la oportunidad de compartir con Uds. algunas reflexiones surgidas a lo largo de mi actividad como productor, empacador, exportador y comercializador de aguacates en Argentina.

ESCENARIO HISTÓRICO

Hoy estamos en España, testigo activo y presencial de la historia de Europa. Durante siglos las guerras, casi una constante en la historia, siempre tenían entre otros un objetivo específico, apropiarse de la producción del país vencido.

Los frutos de la tierra eran escasos, la tecnología precaria y en esos siglos, aumentar la cantidad de tierra disponible mediante los territorios conquistados en la guerra, era el único camino viable para disponer rápidamente de mayor cantidad de productos.

La tierra en si misma, sigue siendo actualmente un recurso escaso, pero la producción de aguacates como tantas otras, hoy ha pasado de la escasez a la sobre oferta.

ESCENARIO ACTUAL

Los ingenieros, mediante la ciencia, la técnica y el riego localizado, han creado las herramientas para realizar el cambio en los sistemas de producción que nos han llevado de la escasez a la sobre oferta de aguacates.

Sus consecuencias, benéficas para las cadenas de supermercados y peligrosas para los productores, no han sido todavía totalmente asumidas por quienes hoy producen aguacates.

Es necesario hacerlo cuanto antes. La mayor producción es como la electricidad, por un lado sirve para dar luz, pero si uno no toma las precauciones que corresponden y se descuida, puede electrocutarse.

Sabemos que en la actividad productiva son muchos los factores que generan los costos.

Pero los ingresos provienen de un solo sector: el consumidor. Él es único que nos genera ingresos y mantenerlo satisfecho debe ser nuestra preocupación principal.

El futuro pertenece a aquellos que ven los problemas ó las posibilidades antes de que resulten obvias, y que manejan con velocidad y eficacia, recursos y energía para lograr ó evitar algo.

LOS PRODUCTORES Y EL PODER ECONÓMICO

La producción de frutas es un actividad en la que la propiedad de los bienes de producción; la tierra y los árboles, transmiten una falsa sensación de seguridad.

Luego desde que se pone la semilla en la maceta, hasta que el árbol da sus primeras cosechas comerciales, pasa bastante tiempo. Una vez que el árbol alcanza la edad de brindar buenas cosechas, el éxito de las mismas es afectado por el clima.

Estas características de la actividad productora de aguacates, tener que esperar el paso del tiempo y que el éxito dependa de factores no controlables como el clima, van creando en los productores una mentalidad que no predispone a asumir la velocidad de los cambios en los mercados y que no ayuda a modificar las actitudes, creencias y valores, al ritmo en que lo hacen los productores de otros artículos en la evolución de los mercados, ó los gerentes de los supermercados.

En consecuencia, el poder económico ya no está mas ligado a la propiedad de la tierra, ó a la disponibilidad de sus frutos.

Hoy el poder económico está ligado a conseguir un espacio para los aguacates en la mente del consumidor, en el que se tengan presentes las conveniencias para la salud y la satisfacción que brinda el consumo de aguacates.

Entonces, el poder económico ha dejado de estar al lado de quienes tenían las ventajas comparativas, que eran la propiedad de las tierras y de los árboles. Estará entre aquellos que sepan generar ventajas competitivas y consigan crear, desarrollar y mantener, un espacio para los aguacates en la mente del consumidor.

No son las especies más fuertes las que sobreviven, ni tampoco las más inteligentes. Son las más predisuestas a adaptarse a los cambios que se producen en su medio.

El éxito de los productores, dependerá entonces más de la comprensión de la realidad que nos rodea y de nuestra actitud frente a esa realidad, que de la propiedad de los bienes de producción y de la experiencia acumulada en escenarios anteriores.

Pongamos un ejemplo simple y práctico. Los activos físicos de Coca Cola, no llegan al 0,0001 por ciento del valor total de la empresa. Lo que le da valor, es la imagen de su marca en la mente del consumidor.

¿Porqué si los mexicanos consumen 10 Kg. de aguacate por persona por año, los israelíes 7 Kg. y los californianos 6 Kg., no podemos alcanzar esas cifras en muchos más países?

Muy simple, porque los productores que abastecen los países de menores consumos, no han querido, no han sabido ó no han podido, unirse para desarrollar una excelente imagen de sus aguacates en los consumidores.

El verdadero poder, el poder del que decide que comprar cada día, está en el consumidor.

La función de los supermercados es convocar a sus locales a la mayor cantidad de consumidores y su poder depende de su capacidad para conseguirlo. En general a costa nuestra.

El poder del productor, perdón por insistir una vez más, reside en haber creado un espacio para su producto en la mente del consumidor que genere una demanda constante y creciente.

LA DIFICULTAD ESTÁ EN LA ACTITUD MENTAL DE LOS PRODUCTORES PARA ADAPTARSE A LAS MODERNAS ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN.

Lo difícil en las empresas productoras cuando están dirigidas por sus dueños, es cambiar la mentalidad.

No me refiero a la inteligencia que varía en cada caso. Pero la mentalidad individualista, apuntalada por el poder que otorga la propiedad de la tierra, tiende a que actitudes, creencias y valores permanezcan inalterables ante los dinámicos cambios que vemos en el accionar de las cadenas de supermercados y en las actitudes del consumidor.

Nos basta con permanecer inmóviles, para volver formidables a nuestros adversarios.

Hay quienes todavía siguen pensando que el supermercado ó el distribuidor mayorista son los clientes y que vendiéndoles bien mejorarán las cosas. No es así, el cliente es el consumidor y solo ante la presión de demanda por parte de los consumidores, encontraremos a las cadenas de supermercados mejor predisuestas frente a nuestros aguacates.

Sin embargo, muchos productores insisten únicamente en la eficiencia productiva.

Ser eficiente es producir algo cada vez de mejor calidad y a menor costo. Pero se puede ser cada día más eficiente fabricando sombreros para hombres, aunque los hombres ya no usan sombrero.

Lo difícil es ser eficiente y también eficaz. Eficaz es todo aquel que hace las cosas de acuerdo a la realidad de su escenario y obtiene rentabilidad por su gestión.

Hacer marketing es realizar acciones destinadas a crear, desarrollar y mantener clientes.

Asumir los costos que demandan estas acciones de marketing por parte de una ó pocas empresas es imposible, si después logrado el aumento del consumo, lo aprovechan todos los otros productores que no tuvieron que pagar los costos.

El problema de agruparse para conseguir objetivos comunes es mucho mayor entre los latinos que entre los sajones. Éstos tienen más facilidad para actuar en grupos, fijando objetivos y delegando

determinadas actividades en especialistas, que con su gestión profesional benefician al conjunto. En aguacates, la California Avocado Commission es el mejor ejemplo.

Por eso crear demanda para nuestro producto genérico, implica ponernos de acuerdo con otros productores y pagar entre todos las acciones promocionales.

También implica asumir que aquellos a quienes considerábamos nada más que competidores, son en realidad nuestros más preciados socios.

Si bien como colegas productores, aspiran a comer parte de nuestra torta por lo que son competidores, son los únicos que pueden asociarse con nosotros para hacer crecer el volumen del mercado de consumo de aguacates.

LA SOLUCIÓN

Competencia tradicional: El concepto tradicional entre los productores de frutas, indicaba que nuestros competidores eran nuestros colegas, los otros productores de la misma fruta que nosotros producíamos ó los productores de otras frutas.

Competencia actual: Hay que actualizar ese concepto. Los competidores ya no son más aquellos que están dentro del mismo sector, los competidores son los productores ó comercializadores de diferentes artículos y productos que están al alcance del consumidor, la competencia no es más dentro del sector frutas, es entre todos los sectores de frutas y de no frutas.

Ahora nuestra competencia como productores de aguacate, es toda empresa de cualquier rubro, que a través de la excelencia de su gestión comercial, consigue sacarle el dinero al consumidor, aún antes de que éste se lo haya puesto en el bolsillo.

Tal es el caso de las compras en cuotas con tarjetas de crédito, en que destinan los futuros ingresos al pago de la compra de hoy y los pagos en cuotas pueden durar muchos meses. Ese dinero que se destinó a la compra en muchas mensualidades, en el futuro no estará disponible para comprar aguacates.

La solución al problema no es difícil. Consiste en asumir que la principal obligación de los productores de aguacate, es agruparse para costear las campañas promocionales destinadas a crear demanda para los aguacates.

EL EJEMPLO DE LA CARNE EN ARGENTINA

Años atrás en la Argentina el consumo de carne vacuna, era el más alto del mundo con 90 Kg. de carne consumida por habitante al año. La estructura de producción formada por miles y miles de productores a lo largo de un país que de Norte a Sur mide 5000 Km, se mantenía incomunicada en temas de comercialización y marketing. Solo había congresos para analizar y discutir las nuevas y mejores técnicas de producción.

Cabe comentar que en nuestro país la grasa intramuscular de la carne vacuna es muy poca, ya que el engorde se hace a campo con pasturas y no a corral con granos. Los esfuerzos del productor fueron exitosos dentro de los campos y lograron mejorar más aún la calidad de la carne ó sea el producto físico.

Pero no supieron comunicar estas ventajas a los consumidores que viven inundados por la publicidad de otros alimentos. No trabajaron sobre el producto imaginario, que es la imagen del producto en la mente del consumidor. Trabajaron sobre el producto físico.

Resultado, no obstante la mejora en la calidad del producto, el consumo cayó casi un 35%, a 60 Kg. por persona por año. Asediados por muchas publicidades muy bien hechas, el espacio en la mente de los consumidores fue incorporando la cultura del consumo de otros alimentos, que desplazaron a las carnes no obstante su excelencia.

NUESTRA EXPERIENCIA EN CREAR Y DESARROLLAR EL MERCADO DE CONSUMO DE AGUACATES EN ARGENTINA.

Estas referencias a la gestión de nuestra empresa, no pretenden de ninguna manera, tratar de decir que se debe hacer en el mercado europeo. Son solo una referencia a nuestra tarea para crear y desarrollar el mercado del aguacate en Argentina, en condiciones distintas a las de otros países.

No obstante, las relaciones básicas entre productores, cadenas de supermercados, competencia con otros productos y consumidores, son universales.

A principios de la década de los años 90, el aguacate era una fruta exótica en Argentina. No existía una cultura del consumo y en consecuencia el nivel de consumo era bajísimo.

En el año 1991, por decisión del gobierno se fijó un tipo de cambio en que \$1, un peso argentino, valía lo mismo que U\$S 1 dólar norteamericano, y eso duró 10 años. Aunque parezca increíble se tomó esta decisión que generó más facilidad para importar que para exportar. Como en nuestra empresa Guayal S.A, somos los principales productores de aguacate en Argentina, tuvimos que desarrollar rápidamente el mercado interno para poder colocar nuestra producción y empezar a importar para mantener activo el consumo cuando no teníamos producción nacional.

Nuestra estrategia comercial partió de un concepto básico.

“Al cliente hay que crearle necesidades que solo nosotros estemos es condiciones de satisfacer.”

Como esas necesidades son diferentes en los distintos nichos del mercado, trabajamos sobre cuatro nichos distintos:

- 1) El nicho de las señoras a partir de los 30 años.
- 2) El nicho de los niños en la post lactancia. Aguacate tipo puré, pisado por la propia madre del niño.
- 3) El nicho de los deportistas de tenis y rugby.
- 4) El nicho de las personas mayores de 50 años.

En el nicho de las damas a partir de los 30 años, la estrategia fue de comunicación en las revistas femeninas, de las indudables ventajas de la alta cantidad de vitamina E que contienen los aguacates, en la formación y mantenimiento del colágeno. Esto beneficia la piel y ayuda a mantener la turgencia en las mejillas, pechos y glúteos.

En el nicho de los niños en la post lactancia, la estrategia estuvo basada en que en esa etapa de la vida, las madres obedecen al pié de la letra lo indicado por los médicos pediatras. En consecuencia la gestión fue enviar por correo una carpeta a todos los médicos que formaban parte de las asociaciones de médicos pediatras, informando claramente y con argumentos científicos, de las indiscutibles ventajas para la salud de los niños que trae aparejado el consumo de aguacates. Una vez que se hubo informado científicamente a los médicos, se realizó una campaña en revistas destinadas a las madres con niños en esa edad.

En el nicho de los deportistas, la estrategia fue de comunicación mediante las revistas especializadas en tennis y rugby. Estos deportes son practicados por sectores sociales con buenos ingresos.

La campaña se complementó entregando gratis a los concesionarios de los bares y comedores de los clubes de tennis y rugby, servilletas con una buena impresión de un aguacate, destacando que es la fruta con mayor contenido de potasio de la naturaleza. El potasio es indispensable en la actividad deportiva.

En el nicho de las personas mayores de 50 años, la estrategia fue comunicar las ventajas del consumo del aguacate, en revistas propias de esa edad, con informaciones científicas referidas al contenido de aceites mono insaturados en los aguacates, y su excelente capacidad para ayudar a reducir el colesterol malo.

Asimismo se complementó esta información, sintetizándola en lo que nosotros llamamos recetarios y que estaban disponibles en las góndolas de los supermercados, junto a los aguacates. En estos recetarios informábamos además como darse cuenta cuando los aguacates estaban listos para comer, como madurarlos, como cortarlos y las diferentes formas de prepararlos. Hicimos también campañas de degustación en punto de venta en los principales supermercados.

Cuando releo esta presentación, advierto que me he vuelto reiterativo en el tema de que hoy la principal obligación del productor es agruparse para encontrar la manera de costear las acciones promocionales destinadas a crear, desarrollar y mantener activos más clientes consumiendo aguacates.

Quiero terminar diciendo que tengo convicción de que eso es lo que debemos hacer.

Podemos hacerlo ó no, de nosotros depende.

Pero lo que no podremos hacer, es evitar las consecuencias que inevitablemente se producirán en los mercados cada vez más ofertados, si no queremos, no podemos ó no sabemos hacerlo.

SITUACIÓN DEL CULTIVO DE PALTO EN EL NOROESTE ARGENTINO

C. Aguirre¹, B. A. Fernández Vera¹, J. A. Czepulis Casares¹

¹ Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. CP 4518 El Bananal (Jujuy). Argentina. fvera@correo.inta.gov.ar

RESUMEN

La zona productora de palto (*Persea americana* Miller) en Argentina, se concentra en la región del noroeste argentino (NOA: Provincias de Salta, Jujuy y Tucumán), en la angosta franja que constituye la Selva Subtropical de las Yungas, tomando el área pedemontana y de transición entre los 350 a 900 msnm. Se caracteriza por una temperatura media anual de 21,4°C. La frecuencia de heladas, así como su duración e intensidad, varían notablemente aún entre lugares muy cercanos, ocurriendo de 1 a 2 en el mes de Julio. Las precipitaciones se concentran entre noviembre a abril y varían de 800 a 1.300 mm anuales.

Durante Marzo de 2003 se realizó un relevamiento en la zona productora, entrevistándose a 50 productores, cuyas plantaciones suman 868.2 ha., las cuales representan aproximadamente el 54% del área implantada. Según este estudio las plantaciones entre 0 a 5; 6 a 10 y más de 10 años representan el 69,8%, el 22,6 % y el 7,6 % de las explotaciones respectivamente.

El palto es la actividad principal sólo en el 34% de las propiedades relevadas, siendo una complementaria de otros frutales, granos y caña de azúcar en las restantes explotaciones. El 87,8% de la superficie dedicada a palto es irrigada, de ésta, el 46,5% corresponde a riego presurizado. Sobre un total de 40 explotaciones que realizan fertilización, 23 se guían por análisis de suelo y/o foliares.

La copa predominante es Hass, le sigue en importancia la variedad local Torres. Los pies predominantes son de origen mexicano.

Como problemas sanitarios se destacan los causados por hongos de suelo. *Phytophthora* spp. afecta al 16,9 % de la superficie implantada. Como afecciones de la copa se mencionan sarna y trips.

La producción promedio es de 4,2 t.ha⁻¹, plantaciones de 0 a 5, 6 a 10 y de más de 10 años producen 1,55 t.ha⁻¹, 4,87 t.ha⁻¹ y 6,2 t.ha⁻¹ respectivamente.

La situación encontrada indica que la superficie implantada de palto ha aumentado considerablemente en la última década, que existe heterogeneidad en la tecnología aplicada, que la actividad paltera no es sustantiva de las explotaciones y que en general existe desconocimiento de los requerimientos agro ecológicos de este cultivo. Todos estos factores influyen para que se produzcan los bajos rendimientos observados.

Palabras Clave: situación, palto, *Persea americana* Miller, encuesta, noroeste argentino.

INTRODUCCIÓN

La zona productora de palto (*Persea americana* Miller) en Argentina, se concentra en la región del noroeste argentino (NOA: Provincias de Salta, Jujuy y Tucumán), en la angosta franja que constituye la Selva Subtropical de las Yungas, tomando el área pedemontana y de transición entre los 350 a 900 msnm, se caracteriza por una temperatura media anual de 21,4°C, temperaturas mínimas entre -1 a -3°C. La frecuencia de heladas así como su duración e intensidad, varían notablemente aún entre lugares muy cercanos, teniendo una ocurrencia de una a dos en el mes de Julio. Las precipitaciones se concentran desde noviembre a abril y varían de 800 a 1.300 mm anuales. En la primavera, estación en la que ocurre la floración, se presenta con temperaturas altas y vientos cálidos, los veranos son calurosos y húmedos, con temperaturas máximas de hasta 45° C. Los inviernos son templados y secos con temperaturas entre 8,3°C y 24°C.

Desde el punto de vista climático, el NOA se constituye en un área agroecológica favorable para la producción de palto, con potencial para la obtención de buenos rendimientos y frutos de buena calidad comercial (Fernández et. al., 1999, Rivadeneira, 1999). Sin embargo, se han detectado en explotaciones alejadas del pedemonte, bajos rendimientos y calibres insuficientes para el mercado externo (Aguirre, Fernández 1997). La superficie implantada se estima en 1700 ha, de las cuales 1000 corresponden a la Provincia de Tucumán y las restantes se reparten entre las Provincias de Salta y Jujuy. Las plantaciones en la provincia de Tucumán, se encuentran ubicadas en las localidades de Taficillo, Las Cavernas, Yerba Buena, Rinconada, Sauce Huascho, Alpachiri y Monte Bello (Foguet & Oste 1981). En la provincia de Salta se encuentran quintas palteras en los departamentos Orán, San Martín y Güemes mientras que en Jujuy se encuentran en los departamentos Ledesma, San Pedro, Santa Bárbara y El Carmen (Aguirre 1999, Promex 1997).

El objetivo de este trabajo, es conocer la situación productiva y sanitaria en la que se encuentra actualmente el cultivo de palto (*Persea americana* Miller) en la región NOA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El relevamiento se realizó durante el mes de marzo de 2003, visitando a 50 productores de las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán.

La metodología se basó en la obtención de información, mediante la realización de un cuestionario realizado a productores y en la observación directa de las explotaciones. El mismo consistió en una serie de preguntas referidas a:

- 1- Datos de la explotación: ubicación, superficie, cultivos implantados y superficies relativas.
- 2- Descripción de las plantaciones: edad, superficie de cada lote, copa y pie empleados, marco de plantación, sistema de riego y fertilización.
- 3- Situación sanitaria, enfocando fundamentalmente, a las patologías causadas por hongos habitantes de suelo y superficie afectada por ellos.

Para el análisis y presentación de los datos se empleó parámetros de estadística descriptiva.

RESULTADOS

Los registros indican que la superficie de palto aumentó considerablemente desde 1991 al 2003, con un fuerte incremento en los últimos 5 años. Esto puede deberse a la buena perspectiva de su comercialización tanto en el mercado interno, como a las posibilidades de exportación a contra estación, además de los buenos precios obtenidos por el producto.

Sobre un total estimado de 1606 ha, la superficie relevada asciende a 868.2 ha. (54% sobre el total estimado), de las cuales el 69,8 % corresponde a plantaciones en formación y desarrollo. En la tabla 1 se aprecia la evolución de la superficie implantada, considerando periodos de cinco años. La provincia de Tucumán participa con el 54,21%, Jujuy posee el 32,76% mientras que Salta dispone del 13,01% del cultivo.

Analizando el crecimiento de esta superficie, en la tabla 2 se puede observar que la variedad Hass es la que predomina en las nuevas plantaciones, le siguen en importancia la variedad local Torres y en menor escala se encuentran otras variedades, como Lula, Pinkerton, Ettinger, Tonnage y ecotipos Criollos provenientes de pie franco. La superficie destinada a la variedad local Torres, predomina en la provincia de Tucumán ya que por sus requerimientos agroecológicos la cosecha se prolonga hasta el mes de diciembre, comercializándose con buenos precios, asociados a las fiestas de fin de año.

Del total de las explotaciones solo el 34 % presenta al palto como la actividad principal (considerando como tal aquellas fincas que destinan el 50 % o más de su superficie con el cultivo); siendo en las restantes explotaciones (el 66%) una actividad secundaria, en donde se lo puede encontrar asociado a cultivos como caña de azúcar, granos, cítricos y otros cultivos.

El rendimiento medio registrado es de 4,2 t.ha⁻¹, esto se explica por que más de la mitad de las explotaciones encuestadas se encuentran en las etapas de formación y desarrollo (plantaciones de 0 a 5 años), muestran un rendimiento medio de 1,55 t.ha⁻¹, además las plantaciones de entre 6 a 10 años de edad registran una producción media de 4,87 t.ha⁻¹, y en aquellas mayores a 10 años presentan rendimientos medios de 6,2 t.ha⁻¹. Sin embargo, existen registros de huertos con rendimientos superiores a 10 t.ha⁻¹.

La superficie total bajo riego es de 763.1 ha, de las cuales el 79,5% pertenece a plantaciones menores a 5 años de edad, el 25,8% corresponden a huertos de entre 6 a 10 años, mientras que

las plantaciones mayores a 10 años abarcan el 8,5 % de la superficie. En las provincias de Salta y Tucumán poco más de la mitad de la superficie se riega a través del transporte de agua en tanques cisternas. En el caso de Jujuy predomina el uso de sistemas presurizados. En plantaciones nuevas (tabla 3), el sistema más usado es el de riego por tanque cisterna, el cual consiste en suministrar agua a las plantas en forma individual.

En lo que se refiere a nutrición mineral, se observa que el 80% de las explotaciones realiza en alguna medida aplicación de fertilizantes. El 57,5% realiza análisis de suelo y el 15% realiza análisis foliar, pero ninguno de los productores utiliza esta herramienta para determinar un plan de fertilización acorde a los requerimientos del cultivo.

Las plantas utilizadas para las plantaciones nuevas provienen en un 86% de viveros de la región, donde no todos trabajan con las normas técnicas y fitosanitarias vigentes. El 14% restante se producen en el propio establecimiento, generalmente bajo condiciones precarias.

El 16,9% de la superficie aparentemente se encuentra afectada por *Phytophthora spp.*, siendo el principal patógeno que afecta los cultivos de la región, presentándose con distinto grado de severidad en las explotaciones. Como afecciones de copa los productores mencionan sarna (*Sphaceloma perseae* Jenkins) y trips, esta última plaga con mayor incidencia en la campaña evaluada.

DISCUSIÓN

La actividad paltera no es sustantiva de las explotaciones, siendo complementaria de los principales sistemas productivos de la región. El aumento de la superficie cultivada en la región traería la posibilidad de favorecer la exportación de palto, teniendo en cuenta que su cosecha se produce desde Abril hasta Julio, a contra estación de las principales regiones productoras del mundo.

Al igual que en el resto de los países productores del mundo, existe un marcado predominio del la variedad Hass.

Existe heterogeneidad en la tecnología de cultivo aplicada, ya que se puede encontrar una muy amplia gama de situaciones como por ejemplo en la selección de los sistemas de riego, la falta de conocimiento en el manejo del cultivo y la utilización de plantas certificadas.

En general existe desconocimiento de los requerimientos agroecológicos de este cultivo, manifestados como problemas sanitarios y de baja productividad, ya que se encuentran huertos implantados en sitios que no reúnen las condiciones adecuadas para el cultivo. Sin embargo, la producción de palto constituye una buena alternativa para el sector fruti hortícola del noroeste argentino, debido a su buena perspectiva de comercialización.

La incidencia de *Phytophthora spp.*, constituye un alerta muy seria a tener en cuenta para el futuro inmediato del cultivo, si no se implementan medidas preventivas y de manejo integrado.

Varios factores se suman para que se produzcan los bajos rendimientos encontrados.

A partir de la información obtenida se considera que es de vital importancia poner énfasis en determinar con mayor grado de exactitud la incidencia de *Phytophthora spp* en nuestra región, así como proponer pautas de manejo, fertilización y riego, para mejorar la situación encontrada.

Tabla 1: Superficie implantada por periodos de cinco años en la región productora del NOA. Marzo de 2003.

	< 1991	1992 a 1997	1998 a 2003	Superficie total
Salta	5,1	43,0	64,9	113,0
Jujuy	44,0	67,9	172,0	284,5
Tucumán	16,0	85,8	368,9	470,7
	65,1	196,7	606,4	868,2

Tabla 2: Distribución de la superficie implantada por variedad para las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán. Marzo 2003.

	Hass		Torres		Otros	
	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Jujuy	238,11	27,4%	17,65	2,0%	28,73	3,3%
Salta	94,00	10,8%	10,00	1,2%	9,00	1,0%
Tucumán	425,18	49,0%	42,30	4,9%	3,14	0,4%
	757,29	87,2%	69,95	8,1%	40,87	4,7%

Tabla 3: Distribución por edad de plantación de los diferentes sistemas de irrigación que se emplean en la región NOA. Marzo 2003.

Sistema de Riego	0 a 5	%	6 a 10	%	> 10	%
Manto	50,00	8,2%	17,00	8,6%	6,00	9,2%
Presurizado	196,00	32,3%	114,30	58,1%	50,00	76,8%
Tanque Cisterna	256,42	42,3%	65,40	33,2%	8,00	12,3%
Sin Riego	104,00	17,1%	0,00	0,0%	1,10	1,7%
Totales parciales	606,42	100,0%	196,70	100,0%	65,10	100,0%

Agradecimientos

A los productores que colaboraron en la realización de la encuesta.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, C., FERNÁNDEZ VERA, B., 1997. "Introducción y evaluación de frutales tropicales". Informe anual, Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.. No publicado.

COHEN, G., FERNÁNDEZ VERA, B., AGUIRRE, C., 2001, Cultivos subtropicales, Palta y Mango. Análisis de mercado. Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

FOGUET, J. L., Y OSTE, C. A. 1981. El cultivo de palto. Serie de manuales Técnicos. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.

PROMEX. 1997. Situación y perspectiva del mercado nacional e internacional de Frutas Tropicales. SAGPyA. Buenos Aires, Diciembre, 1997.

FERNÁNDEZ VERA, B., 2003. Proyecto Nacional, Bases tecnológicas para el cultivo del palto en el noroeste argentino. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. No publicado.

FERNÁNDEZ VERA, B., 2001, Proyecto Regional, Generación, transferencia tecnológica y gestión empresarial para el cultivo sustentable de especies frutales tropicales y subtropicales del NOA. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. No publicado.

RIVADENEIRA, M. 1999. Informe final Beca de Iniciación "Evaluación de parcelas experimentales de Palto y Mango. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. No publicado.

TUBELLO, D., 2001. Frecuencia en el consumo de aguacate en distintos tipos de habitat en España. En: 1^{er} Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate, Michoacán, Mexico. Pp: 2-7

TUBELLO, D., PICCOLO, M.A. 2001. Oferta, demanda y consumo de aguacate en la unión europea. En: 1^{er} Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate, Michoacán, Mexico. Pp: 8-17.

AUSTRALIAN AVOCADOS: MARKETING AND PROMOTION

A.Allen

**Australian Avocado Growers' Federation Inc, PO Box 19 Brisbane Markets,
QLD 4106 Australia.**

E-mail: ceo@aagf.org.au

SUMMARY

The Australian Avocado industry has for a number of years undertaken a marketing program for avocados. The marketing program has a number of components which are integrated under the slogan 'AVE AN AVO TODAY' maximizing the value of our program dollar. The components include television advertising, media PR, niche magazine advertising, point of sale material, recipe leaflets and in-store merchandising.

Key Words: Australia, marketing

OUTLINE

- Australian industry overview
- Marketing and promotion program

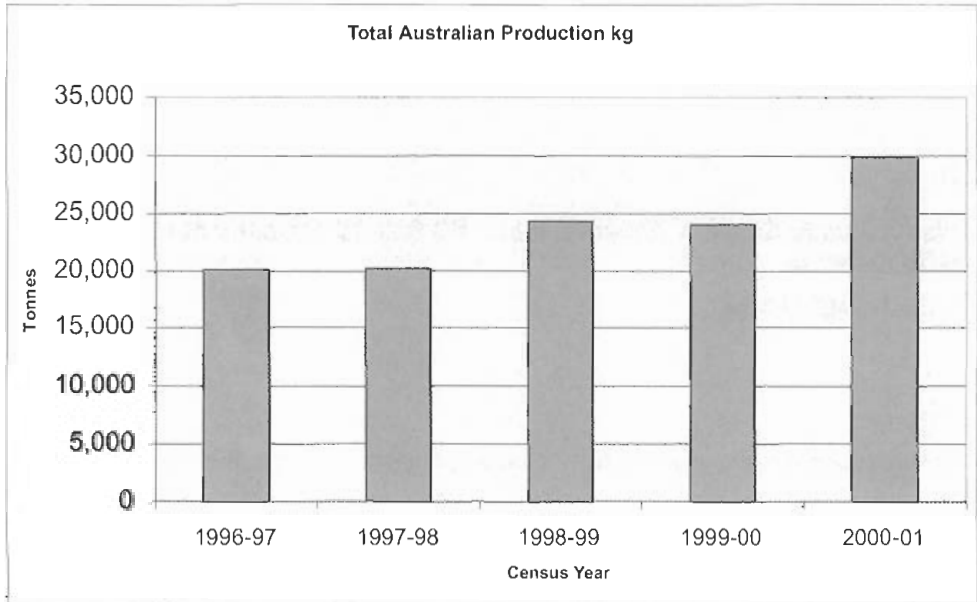
AUSTRALIAN INDUSTRY

- 1300 growers
- 2000 – 2001
- Production 30,000 t
- GVP US\$40 million
- Trees - 960,000 approx
- 48% of trees under 6 years old
- 2002-2003 estimate 35,000 t

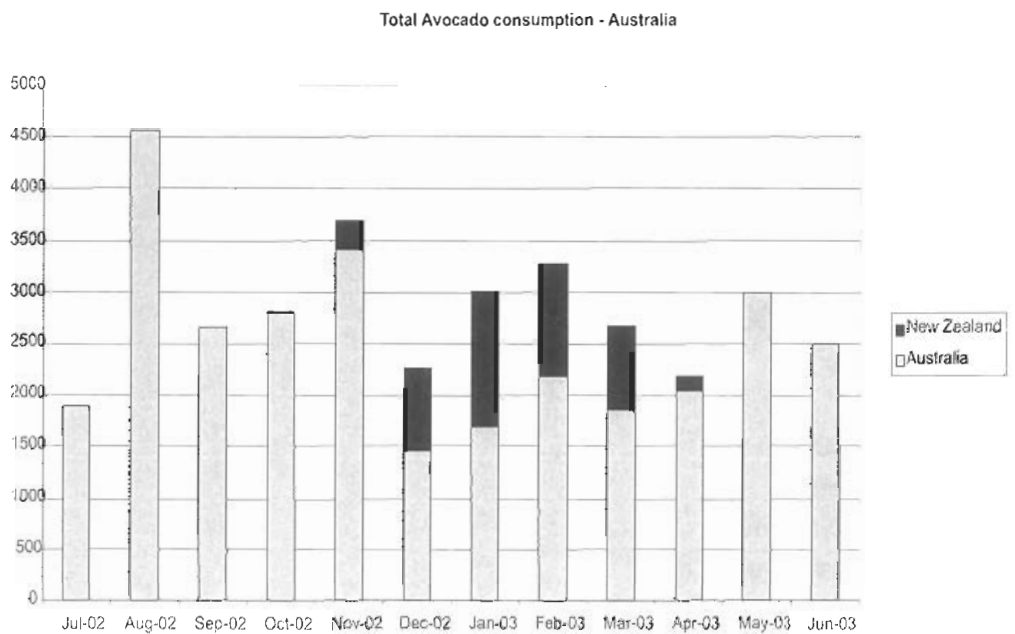
R&D AND MARKETING PROGRAM

- R&D and marketing compulsory levy
 - ♣ total levy US\$0.13 per tray
 - ♣ all growers must pay
 - ♣ levies managed by industry

AUSTRALIAN PRODUCTION 1996 TO 2001



PRODUCTION ALL YEAR ROUND



VARIETIES

- Production
- Hass 70%
- Greenskins 30%
 - Shepard
 - Wurtz
 - Fuerte
 - Reed

MARKETING OBJECTIVE

To create increased demand for avocados, in line with increased production levels.

PROBLEMS

- 60% of people eat avocados but their consumption is infrequent and irregular.
- Avocados generally regarded as a treat to be indulged in on rare occasions only, ie: once a month.
- Poor understanding of their nutritional importance. Not regarded as an essential part of our diet.
- Lack of consumer confidence at Point of Sale.

OPPORTUNITY

- Problems we face are largely problems of perception.
- Current users have a positive image of avocados, but don't regard them as an integral, essential part of their everyday life.
- Making avocados relevant to the modern lifestyle and thereby a more frequent purchase is a task advertising can effectively perform.

STRATEGY

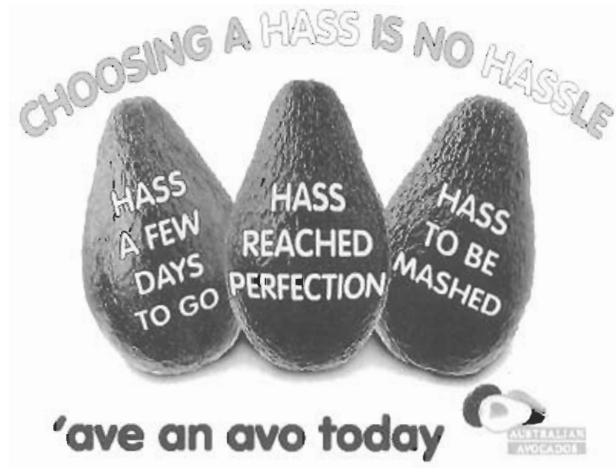
- The theme 'Ave an avo today' is the foundation of an anthem.
- It is designed to popularise avocados by entrenching them in everyday Australian vernacular and generate major new awareness.

EXECUTION

- Point of sale message
- Retail merchandising
- Magazine advertising to niche areas
- Public relations and media day
- Television advertising

POINT OF SALE

- Recall and reinforce advertising.
- Create impact and renew interest in avocados.
- Recipe leaflets provide all the “how to” information.



TELEVISION STRATEGY & RATIONALE

- Markets - 4 Metro Markets
 - Sydney, Melbourne, Brisbane and Adelaide.
 - The eastern seaboard markets present greater potential growth due to high consumption levels (83% - AC Nielsen Homescan 1998)
- Timing – May to August 2003
 - Maximise awareness and impact during peak production period.

Acknowledgements

Horticulture Australia Limited, Queensland Fruit and Vegetables Limited, Beyond the Square Pty Ltd and Queensland Department of Primary Industry

CALIFORNIA AVOCADOS: COMPETING, AND WINNING, THE WHITE-HOT MARKETING GAME

CH. WOLK

Chairman Emeritus, California Avocado Commission Chairman, Hass Avocado Board

BACKGROUND

6000 growers have made a \$1 billion investment in the California avocado industry. It's not a club. It's not a hobby. It's a huge investment that must generate a return and make money. The days of agriculture being immune or insulated from the larger economic context are gone. We can't just grow a crop and assume, as if it's a right, that the market will buy it...and buy it at a price which includes a profit after we add up all of our costs. It simply doesn't work that way.

To generate a return on that \$1 billion investment, the California avocado industry must:

- Develop customers in the marketplace with DEMAND at a value relative to their investment basis
- Optimize production, maximize efficiency and minimize costs
- Have their handler sell optimally relative to market dynamics
- Be prepared for, and able to respond early to issues, trends and opportunities that emerge and threaten their investment
- Interact with a central, official information source and dissemination system to stay informed and connected

The California avocado industry's response to those needs is the California Avocado Commission (CAC). The California avocado industry's \$1 Billion investment requires capability in and successful execution of marketing and issues management functions. CAC was established for that purpose. Here is CAC's **MISSION STATEMENT**:

"To aid in maximizing grower returns by conducting advertising, promotion and public relations for California avocados and engage in related industry activities that together help create a more profitable market environment"

In our industry, like yours I'm sure, it is impossible to reach a consensus on goals and a Strategic Platform with so many grower stakeholders. The impact of this significant polarization is compounded as the industry moves into a period where there's a large gap between growers edging ever closer to the "survival margin," and those individuals on the other pole. Perhaps your industry has the same dynamic at work.

In response to that polarization and the need to represent the entire industry over individual growers, CAC has adopted the GOAL TRIAD outlined below.

VISION

- Response...Today & Tomorrow

VALUE

- To the GROWER
- To the CONSUMER
- To the PROGRAM

VIABILITY

- Industry Competitiveness
- Big victories on big issues

When it comes to Strategy, CAC has embraced a singular focus on achieving GROWER VALUE, with flexibility to change course over time as necessary. CAC has always viewed it as IMPERATIVE to have a Strategic Frame and Action Plan in place, and then adjust as forces and conditions dictate. Part of this strategic orientation is maintaining a "Creativity Culture" that leverages the industry's collective strength and innovation to maximize grower returns.

Making the Strategy relevant and not an abstract exercise run without "real world" grounding is accomplished through CAC's "Anticipatory Duality," managing the today with an eye on tomorrow and using tomorrow as a filter/context for the immediate decisions. An important ingredient to success in this endeavor is bringing growers into the process to build interconnection and trust in a two-way, collaborative process with the industry's stakeholders. After all, the grower is our sole reason for existence and everything we do MUST pass through the "grower best interest filter." Growers know when this is genuine. Do you feel it as a grower in your industry?

THE U.S. AVOCADO CONSUMER

Bringing strategy into the marketplace is a critical part of our industry's success. We spend a considerable amount of time and money to know everything possible about our consumers. And then we try to learn more. And then we update that information over time. And then we do it all over again. I strongly believe that the California avocado industry's incredible success is largely a result of this intimate relationship with the consumer coupled with, of course, an aggressive strategic response with a steady, year in – year out Marketing Campaign. Here's a quick look at our all-important consumer:

PROFILE

- Women 25-54 years of age
- \$50,000+ income
- Upscale, college, full/part time work
- Health conscious
- See themselves as open-minded, adventurous with cuisine
- Avocados make any dish or meal special
- Don't want to waste any of the avocado

CONSUMPTION

- Per Capita Avocado Consumption **2.4**

PURCHASE (Why consumers purchase avocados)

- Taste: **81%** Healthfulness: **65%**

BARRIERS

- Only about 1 in 4 consumers view price as a barrier to purchase

AVOCADO USAGE (Ways Used Avocados Most Often)

- | | |
|----------------------|------------|
| • Guacamole | 91% |
| • Mexican Side | 80% |
| • In a Salad | 75% |
| • Eaten Plain | 74% |
| • Sandwich/Burger | 71% |
| • Non-Mexican Entrée | 53% |

A GAZE INTO THE FUTURE

Looking to the future for California avocado growers, we see aggregate avocado volume approaching nearly 1 BILLION pounds in the next few years as Mexico, Chile, New Zealand and the Dominican Republic ramp up imports into the lucrative U.S. market. Obviously that puts enormous strain on the supply/demand balance and requires a concomitant marketing response with INCREMENTAL DOLLARS to the base, California Program.

To that critical end, efforts to form the Hass Avocado Board (HAB) were started in 2000. The original Mission and Reason Detre for HAB was to put in place a method to assess ALL Hass avocados sold in the U.S. to generate the incremental marketing funds to support the projected increase in aggregate avocado volume.

HAB's VISION PLATFORM FOLLOWS

- Preserve Value In The U.S. Market As Aggregate Volume Increase
- Unify Strategy Promote Marketplace Cohesion
- Generate Real-Time Market Reports/Coordination Feedback
- Calibrate Promotional Tactics Spanning 12-Month Calendar, All Regions, and All Suppliers
- Identify Markets and Programs To Maximize Success And Minimize Turbulence
- Communicate All Programs To All Sellers

Predictably, there was trouble everywhere during those nascent, formative steps of the HAB LAUNCH—all of it expected as the “normal course.” We forged ahead dealing with each issue one by one and moving the project closer and closer to completion and HAB became OPERATIONAL in April 2003. The California Brand Program (CAC)—with its 85% Refund from HAB—was planned to continue at “nearly the same level” as pre-HAB to milk the cash cow and preserve the Price Value Platform (PVP) for California AND all sellers in the U.S. deal. Chile and Mexico have also exercised their right to the 85% refund and they, too, are investing millions of dollars in marketing programs to build demand.

As you may know, USDA has proposed to expand the Mexican Avocado Import Program to 12 months and 50 states sometime in 2004. This will obviously accelerate the Aggregate Avocado Volume increase and our ability to keep the cash cow alive and producing in the core markets that contribute most to the PVP. This causes even more strain on resources and demand an ever sharper focus on the MARKETPLACE where the game is won or lost.

We must make sure revenue is generated for marketing spending in the marketplace to generate VALUE. We must protect the cash cow and create a “Consumer Demand Footprint” for ALL SUPPLIERS and protect the PVP. We must focus on the Market and what needs to be done to protect the cash cow and PVP.

To accomplish that giant goal, we'll work hard at driving ALL available marketing dollars toward the demand building programs like advertising, merchandising, foodservice, public relations and nutrition. CAC will continue to build value in the marketplace by building the California brand; HAB programs will promote Hass Avocados.

MARKETING PROGRAMS

CONSUMER ADVERTISING

- Increase demand, velocity and top of mind awareness
- Utilize call to action radio advertising with retailer tags to promote sales-60 second spots
- Increase consumption by generating relevant, emotionally charged messages to A) own a unique place in our consumer's minds, and B) establish prominence in the produce category as a high-value, essential staple

MERCHANDISING

- Maintain market continuity and strength in transition periods to increase demand
- Implement programs with our retail partners to build demand and “share of value” through data-base-driven, Category Management built on real-world marketplace “Data Intelligence”
- Maximize on-ad presence and in-store visibility
- Leverage media buy to achieve retail promotions, ads and displays
- Encourage retailers to merchandise ripe fruit
- Develop customized promotions for retail chains non-advertised markets
- “Execute a strong” Trade Communications/Relations Campaign

FOODSERVICE

- Increase awareness and demand through strategic marketing communications that strongly encourage the use of avocados in menu extensions and new, innovative menu applications among key foodservice operators
- Maintain and solidify existing operator base
- Emphasize freshness and quality in innovative new uses
- Expand menu applications

PUBLIC RELATIONS

- Reinforce the avocado’s status as a versatile, sophisticated fruit
- Maintain relationships with syndicated food/lifestyle editors to generate national coverage
- Broaden and strengthen awareness of the positive avocado nutritional image
- Leverage media interest in national holidays/major consumption periods
- Leverage interest in weight loss/weight maintenance and avocado as a “good fat”
- Promote natural goodness of avocado related to diet and beauty
- Push nutrition message for “successful again” and “developmental nutrition” for babies

NUTRITION

- Clear up myths and misconceptions about the fruit
- Reinforce “good fat” message to targeted audiences. i.e., women, children, aging population
- Educate the educators (i.e. dietitians and physicians) by providing communication tools that can be shared directly with patients

- Build awareness about positive role avocados can play in key nutrition issues like obesity, diabetes and heart disease

On top of all of that, HAB is building a global intranet program like no other in the world. It will assist in the coordination of all suppliers around a central marketing strategy using real time data. We are building an online program that collects, tracks, analyzes and disseminates all information relevant to sustaining the PVP for avocados in the U.S. Yes—touch screen computers, web cams at the docs, in the supermarkets and a chat room for industry accountability.

Plus, we're capping it off with a crushing communications program that strategically goes into selected markets at key times working with the media and our customers to keep the market strong.

THE CHALLENGES ARE MANY

As you can see, the problems facing the California avocado industry and the United States Avocado market are significant . . . the task formidable . . . the challenges many. But with our strategic orientation, we maximize our chances at success and minimize our downside outcomes. And, in the end, in this raucous business we all share, that's about all you can do.

AVOCADO IN ISRAEL 2003

S. Homsky.

Formerly - Head of Fruit-growing Division and Chief Specialist for Subtropical Fruit-crops, Ministry of Agriculture, Israel. s_Homsky@netvision.net.il

ABSTRACT

A condensed overview of the avocado industry in Israel is presented, updated to April 2003. The main topics touched upon are:

- 1) Production. (Increased to 83,000 ton in 2001/02, reduced to 50,000 ton in 2002/03).
- 2) Trends in planting. (Planted area has stabilized: 5,500 in 2002/3).
- 3) Cultivars present ratio. ('Ettinger'- 28 %; 'Hass'- 32 %; 'Fuerte'- 15 %; 'Pinkerton' -10 %; 'Reed' - 7 %; 'Ardith' – 5 %; others – 3 %).
- 4) Common irrigation methods and practices.
- 5) Common fertilization practices.
- 6) Management of tree crowding.
- 7) Pollenizers and pollinator. (Principal pollenizer - 'Ettinger')
- 8) Main pests and diseases.
- 9) Exporting (28,000 tons in 2002/03 [est.] – 39% less than in 2001/02).
- 10) Present principal production problems. (Fruit size in 'Hass'; insufficient national yield/ha; scarcity of irrigatin water; increasing water salinity).

ENVIRONMENTAL GROWING CONDITIONS

Climate:

Israel is located along the southern part of the eastern coast of the Mediterranean Sea, between latitudes 30° and 33° north. The climate in the avocado-growing regions is subtropical: Warm rainless summers and cool rainy winters. The rainy season is mainly from November through March. Annual precipitation varies from an average of 200 mm in the south, to 700 mm in the northern coast.

A major part of the avocado-growing area in the country is along the coastal plain. Typical mean monthly minimum and maximum temperatures for the cold and the hot seasons in that region are as follows: In January: 7^o C to 18^o C. In July: 21^o C to 31^o C (with a daily evaporation of 6.5 – 7.0 mm in that month).

An additional notable growing area is located in the interior hot valleys, where the respective typical mean temperatures are 9^o C to 19^o C in January and 20^o C to 37^o C in July, (when daily evaporation is 8.5 – 9.0 mm).

Adverse weather conditions occur occasionally in April and May, a season of flowering and fruit-set. Hot spells, called Hamsines, with temperatures of 40^o C, and in rare cases - even 46^o C (accompanied by very low relative humidity), have caused severe crop failures, particularly when they lasted several days and when they occurred just after the end of blooming. Extreme events occurred on a nationwide scale in 1970, 1980 and 1988.

Soils

Most of the avocado in the country is planted on various types of Grumusols, heavy-textured soils containing 8-20% lime (CaCO₃), with pH 7.8 – 8.2 and with fair internal drainage. In the coastal plain, some orchards are planted on loamy sand with no lime (pH 7 - 7.3) or, in the Neguev (south-west part), with 5-10% lime. In the Sea of Galilee Valley, some orchards have been planted on very calcareous soils, (40 % CaCO₃), with trees grafted on adaptable West Indian rootstocks. (See "Rootstocks").

Irrigation Water

All avocado orchards, like most other tree crops in Israel, are regularly irrigated throughout the dry hot season. Most of the water in Israel is supplied by a government owned company and allocated by the State Water Authority, according to quotas linked to land tenure. Water is either pumped from underground reservoirs, presently containing 60 - 400 ppm Cl, or supplied from the National Water Carrier, starting at the Sea of Galilee, which contains 190-250 ppm Cl. (EC: 0.8 – 1.2 dS/m). Salinity in many underground reservoirs is gradually increasing. The price of water is determined, practically, by the government (presently – around 20 US cents per 1 m³).

TRENDS IN PLANTING

In the eighties and the nineties, the avocado-growing industry in Israel suffered from a severe set back due to series of events and factors, of which the major ones were: Successive years of poor return per ton, adverse weather conditions that caused crop failures, and a series of drought years that aggravated the problems of water shortage and water salinity.

All the above resulted in a reduction of the planted area from 11,000 ha in 1984 down to 5,500 ha in the late nineties. (50 %).

However, since the late Nineties the area of the avocado in the country has been stabilized: Up-rooting or neglecting of orchards still goes on (mainly of inferior plantations); but, on the other hand, new orchards are being planted – mainly by successful growers. The area of new, non-bearing orchards (including newly top-worked to other cultivars) can be estimated presently at 7% of the total, i.e. around 400 ha.

PRODUCTION

The situation described above (see "Trends in Planting"), together with improved ratio of cultivars (see "Cultivars") and improved practices of orchard management, has led in recent years to an increase in the national average yield/ha: At the Mid-nineties, it was calculated at 8.5 ton/ha, (Fruit Board of Israel), while the average for the last six seasons is 12.5 t/ha. Table 1 presents the national avocado production (and export) in those seasons.

Table 1: Israeli Avocado - Production and Export in recent years. (Figures rounded off)

Season	Production, ton	Export, ton
1997/98	62,000	35,000
1998/99	40,000	24,000
1999/00	73,000	45,000
2000/01	63,000	38,000
2001/02	83,000	46,000
2002/03	50,000*	28,000

*¹ Adverse weather conditions lowered the production in this alternant season more than expected.

CULTIVARS

In 1995, the percentage of the main cultivars was: 'Fuerte' - 25 %, 'Ettinger' - 25 %, 'Hass' - 30 %, Reed - 6 %, 'Nabal' - 4 % and all the others (mainly 'Ardith' and 'Pinkerton') - 10 %.

The composition of cultivars has changed to some extent during the last 8 years, and in 2003 it was estimated as follows: 'Fuerte' - 15 %, 'Ettinger' - 27 %, 'Hass' - 33 %, 'Pinkerton' - 10 %, 'Reed' - 7 %, 'Ardith' - 5 %, and all the others - 3 % (including less than 1 % 'Nabal').

No other cultivar resulting from the local breeding program, or from introduction, has yet reached a stage of being planted more than on a semi-commercial scale (up to a 2 – 3 dozens of hectares of promising new type in the whole country).

Following are some remarks on the main avocado cultivars. All, except for 'Ettinger', have been introduced to Israel from California.

'Ettinger': A local selection of a chance seedling. Harvest season is mainly October through November. Green thin skin. Good commercial size. High internal quality. Yields are good to medium. An important cultivar in new plantings or top working due to being main pollenizer.

'Fuerte': Apparently several clones were introduced to Israel, some of them not productive. The previous trend of drastic decrease in its percentage in orchards has slowed down in view of the encouraging results gained in stabilizing its yields, mainly by foliar applications of substances like Paclobutrazol (during flowering). Harvested from November through February.

'Hass': The common phenomenon of a small fruit size in this cultivar is aggravated under hot, dry summers, in older plantations, under increased soil compacting and under increased salinity of water: All of the above are common events in the industry in Israel. Nevertheless, 'Hass' is a leading cultivar in new plantings. Harvest season is November through April – May. (Sometimes later).

'Reed': Introduced only in 1969. Precocious and productive tree. Fruits are slightly oversized in the coastal plain. The main harvest season for export is April-May, but many growers delay harvest to the summer (June - August) for the local market.

'Pinkerton': A successful and major cultivar in the hot interior valleys. Recently started to expand also in the coastal plain. Very productive. Picked in December and January.

'Ardith' ('00-28'): Resulted from the breeding program of Dr. Berg at UC Riverside. Successful mainly in the coastal plain, where it is a popular cultivar in new plantings or top-working. A very vigorous tree, relatively productive. Dark green skin. Picked in March-April.

ROOTSTOCK

In the past, the availability of irrigation water with low content of chlorides has enabled the use of Mexican rootstocks in many orchards. In recent years, the inevitability of gradual shifting towards the use of more saline water for irrigation has enforced also the turning to the sole use of West-Indian rootstocks in most regions. Recent demands are still mainly for nursery trees grafted on selections of seeded rootstocks, primarily of 'Deganya 117', 'Ashdot 17' and 'Tsrifin 99', all local selections of West Indian types. In addition, rootstocks grown from seeds of certain West Indian cultivars are also in demand, like 'Waldin' and 'Fairchild'.

Some selected clonal (vegetative) rootstocks were found to exhibit a significant tolerance to salinity and to high content of lime, such as 'VC 65' and 'VC 66'; some others – tolerance to salinity and *Phytophthora* root rot (*Phytophthora cinnamomi*), such as 'VC 55', 'VC 66', 'VC 207' or 'VC 256'. However, the local demand for most of those rootstocks is still limited. The main reasons: Higher cost of the saplings, very limited occurrence of the disease in Israel, limited local experience – and the satisfactory performance of the aforementioned seedling rootstocks. Israeli clonal rootstocks are tested now also in other countries.

COMMON IRRIGATION METHODS AND PRACTICES

Around 50% of the total area is irrigated by drip irrigation. 2 lines of drippers per row of trees are most common (sometimes 3). 50 cm is a common distance between drippers on the line. The other 50% of the area is irrigated by mini-sprinklers of various outputs and types. Drip-irrigation, renowned as water saving and also as adaptable to the increasing water salinity, is gaining popularity in recent years. It is dominant in most new plantings.

Calculation of daily water consumption is based, in most orchards, mainly on regional or local data on evaporation (from "Class A" pan). Some growers are assisted also by orderly readings of tensiometers (particularly in the coastal region of Western Galilee); certain growers – particularly in the internal hot valleys – are assisted by dendrometers.

Irrigation practices are backed, in most cases, by experience and observations - and not by proven results of published research work. Practices differ, to some extent, between the internal hot valleys and the coastal regions (particularly the Western Galilee, comprising one third of the national area). However, typical irrigation practices in mature orchards during the peak season of irrigation (July through September) can be described as follows:

Intervals between irrigations: With mini-sprinklers - 1 to 2 days; with drip – once a day (in some cases in the internal valleys – several times a day);

Water-dose per day: Mostly calculated by a crop-coefficient (fraction of the evaporation): In the coastal plain - around 0.70. In the hot valleys – 0.80, and even more. This means a daily use, during the peak season, of 5 - 5.5 mm in the Western Galilee (around 8,000 m³/ha per season), and 7 - 7.5 mm in the interior hot valleys (around 11,000 m³/ha per season).

COMMON FERTILIZATION PRACTICES

Present practices in most of the orchards are based mainly on results of leaf analysis and on crop load.

The method is "Fertigation" along the whole irrigation season. In many orchards - pre-bloom application of 30 kg/ha N is practiced (by a "technical irrigation" with 1000 ppm of N). A common annual dose per ha of bearing orchards is: 200-300 kg N, (increased when heavy fruit-set is observed), 50 - 70 kg/ha P₂O₅, (mainly in the fall) and 200 - 400 kg/ha K₂O. Manuring, with composts, is common in some orchards, mainly in "Bio-organic" plantations (covering around 200 ha).

Chlorosis induced by Iron deficiency is presently less widespread than before, partly due to the increased use of West Indian rootstocks, and partly due to improved irrigation practices. Fertilization with Iron Chelates is a common practice for correction.

MANAGEMENT OF TREE CROWDING

The common planting density of avocado in Israel has been 240-420 trees/ha (according to cultivar and growing conditions). In the past, recommendations regarding management of tree crowding were mainly thinning-out of trees, particularly in vigorous spreading cultivars like 'Fuerte'. Pruning was recommended for 'Hass'. However, growers were often late with accomplishing the thinning, and pruning was light or limited to occasional topping. Consequently - the trees grew very tall, and rejuvenation of the orchard became unavoidable in quite a few cases.

The above situation has gradually changed, and since the late nineties the management of tree crowding is being taken care of very strictly in most orchards: Annual hedging and some topping (mechanical or manual) has become a dominant practice in most cultivars, including 'Fuerte'. An additional procedure is being followed recently in some orchards - mainly with 'Hass': "Gradual Rejuvenation", i.e. heading-back of one main scaffold branch every year.

POLLINIZERS AND POLLINATOR

Local research, supported by Izoym's technique, has shown that 'Ettinger' is a potent pollinizer for 'Hass', 'Pinkerton', 'Ardith' and even for 'Fuerte' (in spite of belonging to its "B" group). Application of these findings has taken place in all new plantings, as well as in many bearing orchards where 'Hass' was planted in solid blocks (by top-working 10 % -15 % of the trees to 'Ettinger'). 'Ettinger' itself enjoys pollination by 'Ardith'. 'Reed' is believed to be pollinated by 'Nabal', and vice versa.

Honeybees are the main pollinator of avocado in Israel and most growers rent beehives for this purpose, putting about 3 hives per hectare.

EXPORTING

Until the end of the eighties, export of avocado from Israel constituted 80 - 85 % of its total production. Since then, a considerable increase in local demand for avocado, together with increasing competition on the export markets, resulted in a reducing percentage of exported fruit in the last nine years, down to 55 - 60 %. (See Table 1, above).

The main countries of destination for exported avocado continue to be France (50 %), Great Britain (15 %) and Germany (10 %).

Table 1 presents data on yearly national avocado registered production and exports for the last six seasons, each running mainly from October through April.

AGREXCO Ltd. is still the main avocado exporter from Israel (80%). The others are TOP (a merger of formerly Tnuport and Mehadrin) and KEDEM.

PESTS AND DISEASES

Avocado in Israel is not greatly troubled by pests, probably due to several factors, mainly the careful conservation of natural biological balance, the strict quarantine measures taken during the introduction of avocado propagation material, and also the ban on the import of avocado fruits. The repeated events of extreme high and low temperatures may have also an effect of hindering the development of some avocado pests prevalent in the tropics.

There have been ups and downs regarding the infestations with some pests, like the looper *Boarmia selenaria*, the Pyriform Scale (*Protopulvinaria pyriformis*), The Greenhouse Thrips (*Heliethrips haemorrhoidalis*) and the Orchid Thrips (*Chaetanaphothrips orchidii*).

It should be emphasized, that biological control has been so far the sole practice of pest control in avocado in Israel.

Diseases: The climate in Israel is unfavorable to the development of diseases of fruit or canopy of avocado, and they have never been observed in the orchards.

Avocado Root-rot (*Phytophthora cinnamomi*) was first identified in Israel in 1982. So far its scattered spread has been very limited (altogether less than 30 hectares), mainly in moist spots of very heavy soils or other sites with poor drainage.

Previously, a phenomenon of inflorescence dieback has caused serious damage in some years, mainly in 'Hass', by reduction of yields of infected trees. Since the mid nineties - that episode had disappeared. No pathogen has ever been identified, and it seems that the phenomenon was probably associated either with improper irrigation and fertilization practices, (that have been improved since) and/or with inferior soil types (where orchards have been eliminated since).

PRESENT PRINCIPAL PRODUCTION PROBLEMS

1) Insufficient national yield/ha

The average national Yield/ha for the last six years (12.5 t/ha) could be rated as very good when compared to national averages in Mexico, California or Spain. Nevertheless, this yield cannot be considered as sufficient for the Israeli producer - under the present and the foreseen local costs of production (particularly - cost of irrigation-water) and the costs of post-harvest phases. The tendencies in the avocado world trade may put additional constraints.

Following are some production problems that could be involved in the insufficiency of the national yields/ha:

a) Flowering and fruit-set of the main commercial cultivars take place from March through May, a season of very unstable weather with events of adverse temperatures that are too high and/or too low for optimal pollination and fruit-set.

b) Severe damage to the avocado crop on a national level has been caused, once in a while, by extreme and prolonged heat waves shortly after fruit-set.

c) There is often a marked reduction in bee activity (pollination) in avocado orchards during the main flowering season of the major cultivars, which coincide with the flowering of very strong competitors for bees, like the vast areas of citrus and of wild vegetation.

Despite all the above, the long-term average yield in quite a few of the well-cared avocado orchards in Israel has reached more than 20 tons/ha, even with the traditional cultivars of 'Hass' and 'Ettinger'. The considerable difference in yields between such orchards and the others (within the same region and with the same cultivars) demonstrates the unexploited potential of increasing the average national yield/ha of avocado - even without the contribution of newer, more productive cultivars (like 'Pinkerton'): The above difference can be explained only by large differences between growers in regard to the level of orchard care. Therefore it seems, that intensifying extension activities and further rising of the professional and managerial levels of growers could greatly contribute to an increase in the national average of yield/ha.

2) The small size of 'Hass' fruits:

Local ecological factors (see "Cultivars") downgrade the fruit-size of this leading cultivar, which becomes smaller than desired in the trade. The efforts to breed or introduce a bigger 'Hass' have not yet resulted in any satisfactory replacing type or cultivar.

3) Scarcity of water:

Increasing prices and the scarcity of irrigation water starts to create a severe constraint to the whole avocado industry. This issue can be identified, perhaps, as the most crucial production problem in the long run.

4) Increasing water salinity

The salinity of irrigation ground water in major avocado producing regions is gradually increasing. This phenomenon can be related partially to a tendency of over-exploiting the underground reservoirs. This tendency is apparently revised recently, to some extent, which may contribute to slow-down of the aforementioned process.

Increased salinity in irrigation water could be responsible for some of the cases of decrease in yields, particularly where orchards were planted on Mexican rootstock. Gradual replacing such orchards with new plantings that are based on West Indians rootstocks is already taking place in recent years, and alleviates the problem.

COMERCIALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS EXPORTADORAS MICHOCANAS DE AGUACATE A LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

M.P. Jiménez Izarraraz¹

¹Dept. de Planeación. Instituto Tecnológico Superior de Uruapan. Uruapan, Michoacán.
Correo electrónico: monicapji@hotmail.com

RESUMEN

La comercialización del aguacate ha sido tradicionalmente una actividad ajena a los productores. Partiendo de este punto, es importante reconocer que vender aguacate al extranjero involucra numerosas variables de igual importancia que la producción. Algunas de estas son, además del producto, las variables del precio, la distribución del aguacate (plaza) y la promoción del mismo.

Al respecto, encontramos que en Michoacán, las empacadoras de aguacate del Estado se están enfrentando a un descontrol de comercialización y a una pérdida de mercado originado por la llegada de nueva competencia: empresas extranjeras exportadoras de aguacate a los Estados Unidos de América. Aunado a lo anterior, la carencia de nueva tecnología y la falta de una innovadora estrategia de comercialización están generando el cierre de empresas mexicanas, la pérdida de nuestro patrimonio.

Por lo tanto, a partir de la definición de las variables que influyen en la comercialización, de la aplicación de encuestas, de la incidencia bivariada de las variables independientes (producto, precio, plaza y promoción) con la dependiente (comercialización) y del análisis de los índices de correlación, esta investigación abordó el tema de la comercialización del aguacate, en donde se reconoció la importancia del producto y de las especificaciones que se tienen que seguir para que este sea aceptado por el país importador y por los consumidores; reconoció además la función básica del canal de comercialización, llevando al producto al sitio donde es demandado y en el momento en que es requerido; así mismo se reconoció la trascendencia que tiene el desarrollo de una estrategia adecuada de promoción para el producto, así como también la importancia del precio para que sea accesible de obtener por el consumidor, y, finalmente, el costo que genera este proceso de comercialización que llega a ser en ocasiones más elevado que la producción del aguacate.

Se obtuvo como resultado que el producto, precio, plaza y la promoción afectan fuertemente a la comercialización, resultados que se logran apreciar en el análisis de correlación. Tomando en cuenta que el valor de la correlación más alto es de 1, se obtuvo que el producto presenta una correlación de 0.957, el precio de 0.885, la plaza de 0.925 y la promoción de 0.749. Se detec-

tó también la fuerza que presentan en la actualidad las empresas extranjeras ubicadas en el Estado de Michoacán; estas utilizan capital extranjero para exportar el aguacate y comercializan más del 50% del total que llega a la Unión Americana, porcentaje que se ha incrementado año con año, desplazando así a las empresas mexicanas.

Palabras Clave: Aguacate, Comercialización, Producto, Precio, Plaza, Promoción.

INTRODUCCIÓN

A partir de la aprobación por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) del proyecto de investigación titulado "Competitividad de las empresas exportadoras de aguacate a los Estados Unidos de América", surgen diversas líneas de investigación, dentro de las cuales se encuentra la relacionada con la "Comercialización". Por tal motivo se presenta la tesis: "Comercialización de las empresas exportadoras de aguacate a los Estados Unidos de América, ubicadas en el Estado de Michoacán".

La inquietud de trabajar con aspectos relacionados con la comercialización del aguacate a los Estados Unidos, inicia a partir del reconocimiento, en primer lugar de que este fruto tiene un alto contenido vitamínico y que la aceptación por parte de la comunidad estadounidense se ha incrementado en los últimos años.

Por otro lado, el país del norte representa grandes expectativas de comercialización, ya que es una nación con cerca de 300 millones de habitantes, con un alto nivel de ingresos y con un consumo per capita de frutas y verduras de más de 120 Kg. / persona / año. Aunado a lo anterior, la apertura del mercado estadounidense al aguacate mexicano en 1997 brinda a México, país con el primer lugar en la producción de aguacate en el mundo, una oportunidad para convertirse en el máximo exportador de aguacate en la Unión Americana.

Sin embargo es importante tener en cuenta, que si bien México cuenta con las condiciones climáticas idóneas para la producción del "oro verde", hay aspectos tecnológicos, administrativos y de comercialización que se han descuidado, provocando que nuestro país exporte un porcentaje muy bajo de aguacate en relación con lo que produce y abriendo una pauta para que otros países, dígame Chile, Israel o España se conviertan en una fuerte competencia en el ámbito de exportación.

Dado lo anterior, se realizó la presente investigación, la cual se basó en el análisis de las empresas exportadoras de aguacate a los Estados Unidos a través de encuestas, conociendo el manejo de las variables de producto, precio, plaza y promoción. De igual manera se conocieron los aspectos teóricos de la comercialización, como en los antecedentes del sector aguacatero.

MATERIAL Y MÉTODOS

En toda investigación es de fundamental importancia que los hechos y las relaciones que se establezcan, así como los resultados obtenidos y los nuevos conocimientos adquiridos, tengan el grado máximo de exactitud y confiabilidad. Por esta razón, se ha planeado el uso de una metodología. Esta metodología fue guiada a través de una estructura que especifica el tipo de información que debe ser recolectada, las fuentes de datos y el procedimiento de la recolección de los mismos. Lógicamente no existe un diseño de investigación estándar; para este proyecto hubo primeramente un establecimiento de las necesidades de información, seguido del planteamiento del problema, elaboración de los objetivos, la justificación del trabajo y la determinación de las hipótesis a validar.

El diseño de la investigación continuó con la recolección de datos para obtener información clave y realizar un cuestionario relacionado con la Comercialización del Aguacate. Una vez concluida la elaboración del cuestionario, se procedió a realizar la evaluación del mismo (pre-test) mediante una muestra piloto de cuestionarios aplicados al azar, con el objeto de profundizar en algunos puntos, corregir o reformular preguntas; esto permitió llegar al cuestionario final que fue aplicado para conseguir los datos del objeto de estudio. Una vez levantadas las encuestas, entrevistas y cuestionarios, se llevó a cabo el trabajo de gabinete donde se procesó la información recabada en el trabajo de campo. Los datos aquí concentrados permitieron llevar a cabo la comprobación y validación de la hipótesis planteada.

Las herramientas estadísticas que se utilizaron en el manejo de los resultados obtenidos fueron: el estudio de las medidas de tendencia central y variabilidad, la distribución de frecuencias y la correlación bivariada. Se utilizaron los programas Excel y el paquete estadístico SPSS versión 11 para Windows.

Para la investigación se tomaron en cuenta también las limitantes posibles y delimitantes de la investigación. Las limitantes estuvieron relacionadas con la información que las empresas no proporcionaron, argumentando la confidencialidad o la falta de tiempo. Las delimitantes, por su parte, estuvieron relacionadas con la localidad (investigación exclusiva del Estado de Michoacán), el tipo de empresa a encuestar (únicamente las exportadoras de aguacate a Estados Unidos), y el número de preguntas que la encuesta presentó.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la encuesta aplicada a 16 empacadoras ubicadas en el Estado de Michoacán, se pudieron detectar algunos factores que influyen directamente en la disminución de la comercialización del aguacate a los Estados Unidos de América.

A partir de los resultados obtenidos de las medidas de tendencia central y frecuencias se obtuvo que la comercialización es buena. Sin embargo las variables de plaza y promoción tuvieron valores muy bajos; menos del 20% de los empaques indicaron que tienen un buen manejo de los canales de distribución y solo un empaque calificó como buenas las actividades de promoción.

La falta de programación por parte de los empaques sobre la cantidad de aguacate que se va a exportar es una realidad, encontrándose cifras muy diferentes entre lo que se programa y lo que se exporta. De igual manera se tiene que no hay una supervisión de la satisfacción de los clientes de Estados Unidos del producto que se les envía.

Por otro lado, la mayoría de los empacadores consideran que el manejo del precio de exportación no es el adecuado, así como los costos de la comercialización del producto que es considerado muy elevado. Así mismo, los costos que aplica la Unión Americana a la exportación también son considerados como muy elevados.

Otro factor que afecta la comercialización es el desconocimiento del perfil de los clientes del país del norte, y la falta de control en los canales de distribución. En un alto porcentaje, las normas actúan también como limitantes para la distribución del producto; además hay una marcada ineficiencia para administrar el proceso de penetración del producto a Estados Unidos de América.

La promoción que ofrecen las autoridades gubernamentales hacia el producto presenta serias carencias según la opinión de los empresarios, considerándola regular e ineficiente, factor que limita la comercialización de los empaques debido a la dificultad de diferenciar su producto. De igual manera el apoyo que ofrece el gobierno para la exportación es muy bajo y específicamente BANCOMEXT no es utilizado por los empaques debido a múltiples obstáculos que presenta para aprobar el crédito.

Finalmente, partiendo de bases teóricas para definir las variables a analizar, se plantearon las hipótesis con las variables independientes producto, precio, plaza y promoción, y apoyándonos en las medidas de tendencia central y variabilidad, correlaciones y frecuencias, se encontró que efectivamente hay una relación directa entre estas variables y la comercialización, razón por la cual se tienen que tomar medidas para implementar nuevos sistemas de organización que fomenten el incremento de la comercialización del aguacate.

CONCLUSIONES

1. Las empresas que exportan aguacate a los Estados Unidos de América ubicadas en el Estado de Michoacán presentan una buena comercialización derivado de los resultados obtenidos de las variables que influyen directamente en la comercialización (producto, precio, plaza y promoción). Sin embargo las variables de plaza y promoción fueron muy mal calificadas por los empaques.
2. Se obtuvo como resultado que las variables independientes propuestas para la investigación (producto, precio, plaza y promoción) afectan fuertemente a la comercialización, resultados que se logran apreciar en el análisis de correlación. Tomando en cuenta que el valor de la correlación más alto es de 1, se obtuvo que el producto presenta una correlación de 0.957, el precio de 0.885, la plaza de 0.925 y la promoción de 0.749.
3. A partir de un análisis de los aspectos teóricos de la comercialización, así como antecedentes del sector aguacatero y de los resultados obtenidos, se aprueban las cinco hipótesis presentadas en la investigación, las cuales indican la relación directa que hay entre la comercialización (variable dependiente) y el producto, plaza, precio y promoción (variables independientes).
4. De igual manera se cumplieron los objetivos propuestos para la investigación, conociéndose las variables que afectan la comercialización y conociendo la relación bivariada que guardan con la variable dependiente.
5. En el curso de la investigación, se adicionaron tres variables más que se consideraron importantes para el proceso de la comercialización (tecnología, exportación y normatividad). Se detectó una fuerte influencia de la normatividad con el proceso de comercialización, encontrándose un valor de 0.898 y con menor influencia pero no menos importante la tecnología con un valor de 0.655.
6. México es el principal productor de aguacate en el mundo (mas de 900,000 toneladas); Chile uno de nuestros fuertes competidores en el ámbito de la exportación, produce alrededor de 100,000 toneladas. Esto indica que México exporta alrededor del 6% de lo que produce.
7. Las exportaciones de aguacate a Estados Unidos iniciaron en el año 1997 y continúan a la fecha; este proceso se ha efectuado de manera ininterrumpida y las cifras de exportación aumentan considerablemente cada año. En este orden de ideas se detectó la fuerza que presentan las empresas extranjeras ubicadas en el Estado de Michoacán; estas utilizan capital extranjero para exportar el aguacate y comercializan más del 50% del total que llega a la Unión Americana, porcentaje que se ha incrementado año con año, desplazando así a las empresas mexicanas.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Uruapan, Universidad Vasco de Quiroga de Morelia, Dr. Joel Bonales Valencia, Mtra. Sandra Luz García, Ing. Carlos Alberto Cárdenas Vázquez, Ing. Francisco Tamayo García, Dr. Edgar Quero Terán, Grupo ASIA y a todos los dirigentes y personal de las empresas exportadoras de aguacate.

TABLAS

Medidas de tendencia central y variabilidad de variables

	Comerc.	Producto	Precio	Plaza	Promo.	Tecnolog.	Export.	Normat.
N	16	16	16	16	16	16	16	16
	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	95.75	50.56	13.56	24.94	6.69	37.81	15.81	22.44
Mediana	102	52	15	26	7	40	14	24.5
Moda	101	52	15	26	8	40	14	25
Desv. estándar	19.355	9.266	2.874	6.748	2.272	7.064	4.722	4.082
Varianza	374.6	85.863	8.263	45.53	5.163	49.896	22.296	16.663
Asimetría	-2.378	-1.425	-2.749	-1.793	-1.779	-0.602	0.733	-1.699
Curtosis	6.389	2.273	8.668	4.623	4.512	0.049	-0.103	2.971
Rango	78	36	12	29	10	27	15	15
Mínimo	35	26	4	5	0	23	10	11
Máximo	113	62	16	34	10	50	25	26
Suma	1532	809	217	399	107	605	253	359

Matriz del coeficiente de correlación de Pearson (R) bivariadas.

	Producto	Precio	Plaza	Promo.	Comerc.	Tecnolog.	Export.	Normat.
Producto	1	0.796	0.817	0.642	0.957	0.688	-0.093	0.834
Precio	0.796	1	0.765	0.753	0.885	0.416	0.269	0.801
Plaza	0.817	0.765	1	0.607	0.925	0.635	0.192	0.846
Promoción	0.642	0.753	0.607	1	0.749	0.362	0.255	0.72
Comercialización	0.957	0.885	0.925	0.749	1	0.655	0.092	0.898
Tecnología	0.688	0.416	0.635	0.362	0.655	1	-0.065	0.745
Exportación	-0.093	0.269	0.192	0.255	0.092	-0.065	1	0.264
Normatividad	0.834	0.801	0.846	0.72	0.898	0.745	0.264	1

BIBLIOGRAFÍA

- ALDERSON, W. 1999. "Factors Governing the Development of Marketing Channels" en Stern Louis "Canales de Comercialización". 5ª. Edición. Editorial Prentice Hall, Madrid. Pág. 504
- BONALES, VALENCIA J. 2001. "Competitividad de las empresas exportadoras de aguacate de Uruapan, Michoacán a los Estados Unidos de América". Tesis doctoral. ESCA-IPN. México.
- CRUZ, SERRANO A., 1999. "Competitividad Internacional: su aplicación a la pequeña y mediana empresa", BANCOMEXT, Serie de Documentos Técnicos, México, p. 32.
- DANIELS, J. D.; L. H. RADEBAUGH. 2000. "Negocios Internacionales". 8ava. Edición. Edit. Pearson Educación. México. Pág. 911
- FISCHER, L. 2001. "Mercadotecnia", 2ª. Edición, Edit. McGraw-Hill, México, Pág.458
- AGUIRRE, PALEO S. 2002. "Transferencia de tecnología para productores de aguacate en la región de Uruapan, Michoacán". Artículo. Revista AGRORED. Septiembre. Año III No. 28
- GALLEGOS, VELÁSQUEZ, P. 1999. "Las BNA entre EUA y México: El caso del aguacate". En Programa y Resúmenes del IV Congreso Mundial del Aguacate. Uruapan, Michoacán, México.
- GONZÁLEZ, CARRANCA J. A. 2001. "Estados Unidos: Regulaciones no arancelarias a la importación de aguacate". Artículo. Revista Negocios Internacionales Bancomext. Junio. México.
- LARRAGOITI FLORES, G. 1999. "Exportación de aguacate a los E.U.A. catalizador del desarrollo de la industria aguacatera de Michoacán". En Programa y Resúmenes del IV Congreso Mundial del Aguacate. Uruapan, Michoacán, México.
- PAZ, VEGA. 1991. "Situación y perspectivas de la comercialización del aguacate en Michoacán". En Memorias del Seminario Internacional del Aguacate. Del 1º al 4 de Agosto. México.
- STANFORD, L. 2000. "Farmer Organizations in the Global Economy: Examining the Restructuring of Michoacán's Avocado Industry". New Mexico State University.
- Memorias del Taller "Cadena Productiva del Aguacate". SEDAGRO, SAGARPA, COMA. 12 de septiembre de 2001. Uruapan, Michoacán.

COMPETITIVENESS OF MEXICAN AVOCADO EXPORTING COMPANIES TO THE UNITED STATES OF AMERICA

J. Bonales¹, J. Navarro², O. Pedraza³

¹*Investigating-professor of Institute the Economics Investigations and Managerial. UMSNH, Mexico, E-mail: j_bonales@yahoo.com*

²*Director of Institute the Economics Investigations and Managerial. UMSNH, Mexico, E-mail: navarro@zeus.umich.mx*

³*Investigating-professor of Institute the Economics Investigations and Managerial. UMSNH, Mexico, E-mail: ohprend@zeus.umich.mx*

Obtained results of the Investigation Project "Competitiveness of the Companies Exporters of Avocado to the United States of America, located in Michoacan's State", N° I39229-D, approved by CONACYT, validity from 01/01/2002 to 08/31/2003.

ABSTRACT

This study investigated the competitive factors of 25 avocado exporting companies located in Uruapan, Michoacán (Mexico). This cradle in a census of the twenty-five exporting companies, which its organization, its objectives and its problematic production could be known. The documentary investigation focused to the knowledge of the main theories on International Commerce as well as the situation of the market of this product at world-wide level. It exists the hypothesis to explain that "The relation that exists between the exporting companies from avocado to the United States of America, located in Uruapan, Michoacan, and its competitiveness depends on the quality of the fruit that takes place for export, of its price, the used technology, the qualifications of its personnel, and of the channels of distribution" .

Key Words: Competitiveness, Avocado, Exporting.

INTRODUCTION

The opening of the U.S. market in November 1997 to the commercialization of Mexican avocado production was an excellent opportunity to develop a market in a culture that tended to consume natural foods, of good quality; within that a considerable amount of Mexican customary incorporating the avocado in its diet is included. Mexico's state of Michoacan, in particular the Uruapan municipality, is the largest producer of Hass avocados in the world. Proximity to the large U.S.

market of 275 million habitants with high spending power was a unique business opportunity to take advantage of the efficient network of drug dealers with ample experience in the handling of the avocado.

Problematic of the industrial sector the radical process of commercial opening adopted by Mexico as of the decade of eighties, generated challenges and opportunities for several Mexican companies but I question of blow competitive problems in customary companies to work in protected markets. These distortions with serious social effects are related directly to the competitiveness. One critical issue for the Mexican avocado industry has been U.S. import regulations that have often denounced as green barriers. These regulations concern agricultural pesticide use as well as quality and maturity standards. In spite of the NAFTA, the U.S. has continued to impose six cents per pound tariff avocado imports from Mexico but not on avocado imports from countries such as Chile and the Dominican Republic. With the entry of Mexico into the General Agreement On Tariffs and Commerce (GATT) in 1986, the export of Michoacan's avocados has experienced a number of diverse problems. Noncompetitive intermediaries have assumed greater control over avocado commercialization and distribution. Strong U.S. policies protecting the U.S. California avocado industry have continued (Sánchez, 1991, 45). The Mexican avocado sector is underorganized with production automation and commercialization having fallen behind that of other avocado producing countries such as Chile, Israel, the U.S., and Spain. There has been very little research on the competitive success factors of Mexican firms, much less those exporting to the U.S. (Cebreros 1993, 167). By identifying the competitiveness factors for Mexican avocado exporting firms, this study will advance current knowledge about competitive factors for organizations in the Mexican agricultural sector that are dependent on exports to the U.S.

RESEARCH METHODOLOGY

Sample

The total of investigation elements that constitutes the area of analytic interest is all the companies that export avocado to United States of America, located in Uruapan, Michoacan, based on the Plan of Work For the Export of Avocado Hass from Mexico to United States of effective America from June of 1997, and modernized this way in August of 2001, the population is finite, for what you proceeded to make a census and to apply the questionnaire to each company with base in the list of exporters of Avocado Association of Exporters and Packers of Mexican Avocado obtaining the following thing: the universe is of ninety five companies that take place, they pack, they market and they export the avocado from Michoacan's State.

The sample for this research study were 25 Mexican companies that exported Michoacan's avocados to the U.S.A. Are the population that is registered letter by the Agencies of Government of the United States of America (United States Department of Agriculture, USDA) for the export of the Michoacan's avocado and are twenty-five companies mentioned in table 1.

Mexico (2002) participated with 34% of the world production of avocado. Of the 802,000 tons that were harvested in our country in 1996 in an extension of 98,150 hectares, Michoacan collaborated with 81%, with a yield average of 8 tons for hectare. Their exports ascended to 46,616 tons, being the main destinations: France 55%, Canada 16%, Korea 10%, Japan 7%, I Reign United 8% and Switzerland 4%. The mobilization of this great production volume toward the consumption centers and their distribution, among the population, they required of a process that he/she went modifying when running of the time; where it has been had to include the middlemen.

Table 1. Organizations in the Study

Nº	Companies
1	Agrícola TREDI, S.A. de C.V.
2	Aguacates Frutas de Michoacán, S.A. de C.V.
3	Aguamich, S.A. de C.V.
4	AMIMEX, S.A. de C.V.
5	AVOFRUT, S.A. de C.V.
6	Avopack, S.A. de C.V.
7	AVOPER, S.A. de C.V.
8	Best Farmer, S.A. de C.V.
9	Calavo, S.A. de C.V.
10	Chiquita, S.A. de C.V.
11	Del Rey, S.A. de C.V.
12	Doví, S.A. de C.V.
13	ECO, S.A. de C.V.
14	Empacadora El Durazno, S.A. de C.V.
15	Fresch Direction Mexicana, S.A. de C.V.
16	Frutas Finas de Michoacán, S.A. de C.V.
17	Grupo Purépecha, S.A. de C.V.
18	Henry, S.A. de C.V.
19	INDEX, S.A. de C.V.
20	Mc Daniel, S.A. de C.V.
21	Misión de México, S.A. de C.V.
22	San Lorenzo, S.A. de C.V.
23	Tropic de México, S.A. de C.V.
24	Vifrut, S.A. de C.V.
25	West Pack, S.A. de C.V.

Source: Association of Productores and Packers of Avocado from Michoacán, A.C.

GENERAL MODEL Ex dice.

The general model, in which the relation between the quality, the price, the technology, the qualification and the channels of distribution presented/displayed like independent variables and the competitiveness like dependent variable is described:

Figure 1. Diagram of variables.

Independent variables	Dimension	Dependent variable
Quality	Norms of quality	Competitiveness
	Systems of control of quality	
	Systems of inspection of quality	
Price	Market	
	Production costs	
Technology	Commercialization costs	
	Machinery and team	
	Infrastructure	
Training	Education	
	Training systems	
	Investment	
Distribution channels	Design of the distribution channel	
	Administration of the distribution channel	
	Embark	

Source: Elaboration characteristic with base in the obtained Theoretical Marco's heady results of the documental investigation.

Questionnaire

Following a pre-test with 11 organizations, the interview questionnaire consisted of a total of 38 questions. Information was collected regarding: product quality, market price, production technology, personnel training, distributional channels, and overall competitiveness.

Product quality scale scores were based on 10 questions that asked respondents to define the quality of the product, norms of product quality, quality control systems, and inspection systems. Product price scale scores were based on seven questions regarding export market price and production costs. Production technology scale scores were based on six questions regarding technology used, the presence of technical consultants, the degree of modernization, and technology investment. Training level was determined by eight questions that asked about the provision of operational and administrative personnel training and technical qualification systems. The nature of product distribution channels was measured by seven questions that asked about the nature of distribution channels and storage facilities used by the company. The overall competitiveness of companies was determined by thirty eight questions that asked respondents all about competitiveness.

In the design of the questionnaire the situation of indecision was not managed because it is not very probable that this happens. Also, they didn't think about the individual's reactions to study as of agreement or in disagreement, but in such a way that allows obtaining the answers to the outlined questions. Therefore, the mensuration scale is integrated with the following assigned values 4, 3, 2, 1 that correspond to: totally of agreement, of agreement in general, in disagreement in general and totally in disagreement, respectively.

To evaluate to the mensuration instrument, the pre-test procedure was used, suggested by Bohrnstedt (Bohrnstedt 1976, 103), and the Reliability Coefficients Alpha of Cronbach.

Table 2. Measures of central tendency and variability.

	Quality	Price	Technology	Training	Distribution channels	Competitiveness
N	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25
Mean	29.40	19.72	20.56	24.68	20.56	114.9
Median	28.00	19.00	20.00	24.00	21.00	112.0
Mode	36.00	25.00	24.00	24.00	17.00	133.0
Standard deviation	4.87	4.34	2.74	4.66	3.34	15.8
Variance	23.75	18.87	7.50	21.72	11.17	248.5
Skewness	0.15	.038	-0.28	-0.36	-0.05	-0.04
Kurtosis	-1.15	-0.71	-0.99	-0.25	-1.03	-1.4
Range	17.00	17.00	9.00	18.00	11.00	45.0
Minimum	20.00	11.00	15.00	14.00	15.00	89.0
Maximum	37.00	28.00	24.00	32.00	26.00	134.0
Sum	735.00	493.00	514.00	617.00	514.00	2833.0

Source: Obtained information of the field investigation.

The volume of data that was obtained when applying the questionnaire to all the companies that export avocado to the United States of America, located in Uruapan, Michoacan, is shown in the Table 1. The information, of the previous table, concentrates the indicators for each one of the variables that are studied, it will be formed the Table 2.

RESULTS AND DISCUSSION

The companies that studied presented good competitiveness. The category that was repeated more was of 133 points. 50% of the companies are superficially (medium) of the value 112 points. The average of the companies is located in 114.9 points (good competitiveness). Also, 15,8 points are turned aside of the average (standard deviation). No company I describe like deficient its competitiveness (38 points). Companies 12, 17, 23, 2, 21, 13, 7, 24, 25, 5 and 10 –44%– described excellent their competitiveness. The scores tend to be located in average and elevated values. As far as the amount of dispersion of the data (variance) it was of 248,5 points.

Table 3. Descriptive Statistics and Correlations.

Variable	Mean	σ	1	2	3	4	5
1. Quality	29.40	4.87					
2. Price	19.72	4.34	.63				
3. Technology	20.56	2.74	.83	.64			
4. Training	24.68	4.66	.55	.58	.66		
5. Distribution channels	20.56	3.34	.28	.27	.39	.38	
6. Competitiveness	114.90	15.80	.85	.81	.89	.82	.55

Source: Obtained information of the field investigation.

$n=25$

$p<.01$

With respect to the variable quality, the effect that took place when applying the questionnaires to the study object was good quality. The medium one that was obtained was of 28 points. The average that threw was of 29,40 points, which indicate that the companies are in relation to the quality by above of the medium one. Also 4,87 points are turned aside of the average. Only 9 companies –36%– described them with excellent quality, without arriving no from them at the maximum value from 40 points. The slant that appeared in the quality of the encuestadas companies was of 0,154 points, representing a positive slant because the average is greater than the medium one. As far as the amount of dispersion of the data it was of 23,75 points.

The information that obtained when applying questionnaires to the exporting companies of avocado, with respect to the variable price was good, since the average that it observed was of 19,72, the category that was repeated more (fashion) was of 25 points. 50% of the companies are superficially (medium) of the value 19 points. Also, 4,34 points are turned aside of the average. Only 8 companies (32%) described to the variable price of their company like excellent and single a company obtained the highest level (28 points). The slant that appeared in the price of the interviewed companies was of 0,038 points, representing a positive slant because the average is greater than the medium one. As far as the amount of dispersion of the data (variance) it was of 18, 87 points.

TEST OF HYPOTHESIS

The general hypothesis that it affirms that the relation that exists between the exporting companies from avocado to the United States of America, located in Uruapan, Michoacán, and its competitiveness depends on the quality of the fruit that takes place for export, of its price, the used technology, the qualification of its personnel, and of the channels of distribution, was proven (table 2).

The first hypothesis that it affirmed that with one better quality obtained by means of the application of the quality norms, the improvement of the system of control of quality and the system of

inspection in the exporting companies from avocado to the United States of America, will bring like consequence a greater competitiveness, was proven, since it presented/displayed an index of considerable correlation (r) positive of 0,850 (table 2); whereas its coefficient of determination (r^2) were of 0,723, which means that a narrow entailment between the two variables exists.

The second hypothesis test, since a positive correlation of 0.811 was obtained considerable; whereas its coefficient of determination were of 0.658. al to determine a better price of the avocado, indicated by means of the market that supplies, its production costs and costs of commercialization; a greater competitiveness of the exporting companies from avocado will be maintained to the United States of America. The third hypothesis test, since it turned out to be the highest correlation of all the variables that studied $-0,888-$ what means that exists a very noticeable association between the two variables because when a high degree of technology, translated in machinery and modern equipment is controlled, use of technical attendance and infrastructure; a greater competitiveness of the exporting companies from avocado to the United States of America is guaranteed, whereas its coefficient of determination (r^2) were of 0,789, which represents that a positive entailment between the two variables exists considerable.

The fourth hypothesis that affirms that through a qualification based by means of the reeducation of the human resource, the integral systems of qualification and the investment; it will mean a greater competitiveness of the exporting companies from avocado to the United States of America, is approved. The previous thing is based on which the correlation (r) between the qualification and the competitiveness was of 0,820 and the determination coefficient was of 0,672, which symbolizes that a positive entailment between the two variables exists considerable.

The last hypothesis of this investigation test, because to better selection of the channels of distribution, interpreted by means of the design and administration of the distribution channel and the boarding; a greater competitiveness of the exporting companies from avocado to the United States of America is obtained. The previous thing, with base in which the relation between the channels of distribution and the competitiveness, according to the correlation of Pearson (r), was positive average $-0,550-$, whereas its coefficient of determination were of 0,303, reason why exists a narrow entailment between the two variables.

CONCLUSIONS

1. The companies that export avocado of Uruapan, Michoacan to the United States of America, are competitive in 44% of the studied cases. The companies that turned out to be competitive were: 12, 17, 23, 2, 21, 13, 7, 24, 25, 5 and 10. 3, 50% of the companies are superficially (medium) of 112 points. In average, the companies are located in 114.92 (excellent competitive). However, 15,76 units of the scale are turned aside of the average.

2. One determined that the independent variables (quality, price, technology and qualification) strongly affect the competitiveness, since a positive entailment between the independent variables and the dependent variable with exception of the distribution channels exists, where was an effect is minor. La quality affects to the competitiveness in a 0.850; in 0.811 in 0.888 the 0.820 channel and, the technology, the price qualification of distribution in 0.550.

3. As it is observed, those that greater influence has it are the technology, followed of the quality and finalizing with the distribution channels.

4. Were two great groups of companies when applying the analysis of conglomerates: first formed by the companies 12, 17, 23, 2, 21, 13, 7, 24, 25 and 5, which are those that obtained the highest qualification in the variable competitiveness and a second remaining group of the companies that are not competitive.

5. The general hypothesis and the five hypotheses of work that were formulated validate in their totality.

6. A code of commerce practices is due to establish fruits to implant a customs Control of the labeled one, veracity of the information and the certification of the quality that the export avocado shows, with base in an official mark at the time of exporting itself.

7. It is necessary that all the companies of the sector count on complete information, exact and opportune of which it happens in the market. An is required that communicates the levels of prices, the tendencies, the volumes in inventory and the advances in the shipment from the avocado to the United States of America.

8. The precooked one that occurs to the avocado, is due to carry in plastic boxes of 400 kilograms. The truck must happen through a cold water curtain to 6 °C, with the purpose of lowering the temperature quickly to 100%; without curing it's introduced to the cold cameras.

9. It is required to invest in qualification; to carry out a good handling of human, technological and financial resources to establish efficient networks of distribution, with a service of quality, considering the price, punctuality in the service, quality in the product and security in the delivery of the product, that is to say, everything a process of development based on the satisfaction of the consumers.

10. Structure of the exporting companies is necessary to formalize organization them.

11. The channels of distribution are due to select more adapted to export to the United States of America; the tradition has been to sell wholesalers. Once selected the channel, it must be administered properly since an organization common in charge does not exist to distribute the avocado in the United States of America, if she had her exporter would not compete to each other.

12. The creation of Meetings of Trade is suggested, which are formed by producers and drug dealers of a product, that look for solutions their problems with an external minimum of aid. They are not dedicated to the transaction, but to support to its sector with promotions, certifications of quality, investigation, information of markets, lobbying and other workings for the development of the market.

13. To create a trade program that includes decisions on prices, characteristics of the product, promotion and channels of distribution, since is tried to increase the sales of avocado in the United States of America, and is conceived in winch of the following elements: to construct a Mexican image of the avocado in the mind of the consumers, like mechanism to differentiate the product from the one of the other nations that concur to the market of the United States of America, and they emphasize the quality and the price, before other variables, like the channel most important to compete with other countries and to place the Mexican avocado in that country.

14. The Creation of a scientific research center between the companies of the avocado sector of Uruapan, the educative Michoacan is suggested, and institutions superior æUniversities and Technologicæ, where investigations are made in two slopes: 1) In the improvement of the quality of the product that is exported to avoid sanitariums pressures of the market destiny, and 2) To develop bases that help the efficient commercialization of the avocado and improve the competitiveness of the companies that produce and commercialize that product in the United States of America.

REFERENCES

- ÁLVAREZ, TORRES M. 1997. Como incrementar el nivel de Competitividad, artículo publicado en la revista *Administrare Hoy*, México.
- BANCOMEXT, 1997. El Mercado Internacional del Aguacate y sus características, Manual de la *Dirección Ejecutiva del Sector Primario e Industria Ligera y la Dirección de Alimentos*, México.
- BOHRNSTEDT, G. W., 1976. Evaluación de la confiabilidad y validez en la medición de actitudes, ed. Trillas, México.
- BONALES, VALENCIA J. 2001. Competitividad de las Empresas de Uruapan, Michoacán, Exportadoras de Aguacate a los Estados Unidos de América, Tesis de Doctorado en Administración, ESCA-IPN, México.
- CEBREROS, A. 1993. La Competitividad agropecuaria en condiciones de apertura económica, artículo publicado en la revista *Comercio Exterior*, vol. 43, N° 10, México. Octubre de 1993.
- CURRIER, W. 1991. El futuro de la Industria del Aguacate, *Panorama Mundial*, Artículo publicado en *Memorias del Seminario Internacional del Aguacate: Postcosecha y Distribución*, Banco de México-Fira México.
- CRUZ, SERRANO A. 1999. Competitividad Internacional: su aplicación a la pequeña y mediana empresa, BANCOMEXT, *Serie de Documentos Técnicos*, México.
- EUROPEAN, COMMISSION, 1998. The competitiveness of European industry, UE.
- FELGUERES, F. J. V., 1997. Planeación Financiera Estratégica y Competitividad en Empresas Pequeñas y Medianas, Tesis de Doctorado en Administración, FCA-UNAM, México.
- GALLEGOS, ESPINOSA R. 1983. Algunos aspectos del aguacate y su producción en Michoacán, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- GARCÍA, SALDAÑA G. 1993. Esquemas y Modelos para la Competitividad, edit. Castillo, México.
- GAAR, J., ORTIZ, BUONAFINA M. 1997. Cómo Exportar a Estados Unidos, edit. Limusa, México.
- INEGI, 1996. Indicadores de Competitividad de la Economía Mexicana, N° 4, México.
- MERCADO, RAMÍREZ E. 1997. Productividad base de la Competitividad, edit. Limusa, México.
- NAFINHMEF, 1994. La Competitividad de la Empresa Mexicana, vol. 9, México .
- PORTER, M. E., 1991. La ventaja competitiva de las naciones (The competitive advantage of nations), edit. Javier Vergar, Buenos Aires.
- PORTER, M. E., 1997. Estrategia Competitiva: Técnica para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia, edit. CECSA, 24ª ed., México.
- PORTER, M. E., 1997. Ventaja Competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior, edit. CECSA, 14ª ed., México.
- SPITAL, F. C., BICKFORD, D. J., 1990. Successful competitive and technology strategies in dynamic and stable product technology environments, artículo publicado en la revista *Journal of Engineering and Technology Management*, vol 9, USA.

EXPERIENCIAS EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA CON PRODUCTORES DE AGUACATE, EN URUAPAN, MICHOACÁN, MÉXICO

Salvador Aguirre Paleo¹, Daniel Guzmán Aguirre² y Ana E. Bárcenas Ortega¹

¹Prof. Inv. Facultad de Agrobiología UMSNH, ²Tesista.

Paseo Lázaro Cárdenas esquina Berlín, Uruapan Michoacán México

aguirrepaleo@hotmail.com daniss6@hotmail.com abarcenas@prodigy.net.mx

RESUMEN

A pesar de que en el estado de Michoacán, México se tienen 80,000 has plantadas de aguacate, con una producción de 820,224 ton (85.05% del país), el rendimiento promedio que se obtiene es de 10 ton/ha, teniendo un potencial entre 18 y 30 ton/ha. Dentro de la cadena agroalimentaria del aguacate, en términos de valor, el eslabón de la producción representa el 40%. Son muchos y de diversa índole, los factores que inciden sobre la misma, pero uno muy importante es la escasa aplicación de tecnologías apropiadas, por lo que se hace necesario hacerles llegar a los productores, tecnologías más adecuadas a sus condiciones ambientales y socioeconómicas. Por ello, en coordinación con la Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan, Michoacán y el apoyo de la Fundación PRODUCE, durante 2002 y 2003 se realizaron actividades de transferencia de tecnología para productores en la región de Uruapan, Michoacán, mismas que fueron evaluadas con la metodología de encuesta aplicada, bajo un muestreo simple aleatorio realizado a 113 de los 265 productores que asistieron a 13 eventos (2 giras de intercambio tecnológico, 3 demostraciones de campo, 3 cursos a productores, 2 conferencias magistrales, 1 curso a mayordomos y administradores de huertos y 2 conferencias específicas). El 95% de ellos apreciaron importantes los temas de las tecnologías abordadas (Fertirriego; Control de plagas, enfermedades y malezas; Poscosecha; Podas; Nutrición; Polinización; Buenas prácticas de cosecha; Uso eficiente de maquinaria, entre otras). Un 92% determinó que lo expuesto es aplicable para las condiciones de su huerto. En cuanto a costos de las tecnologías planteadas, solo el 21% consideran que es bajo y accesible económicamente, el 64% las ubica en un costo medio, no fácilmente accesibles y un 15% opinan que tienen un alto costo económico. Los temas que más interesan a los productores para futuros eventos de transferencia siguen siendo en orden de importancia: podas, fertilización, comercialización, manejo de aguacate orgánico, manejo de compostas, control de plagas y enfermedades, nutrición, mantenimiento de maquinaria, inocuidad y control biológico.

Palabras Clave: *Persea americana* Mill , Michoacán, México, Transferencia de tecnología

INTRODUCCIÓN

México, primer productor, consumidor y exportador de aguacate con 94,147 ha en 28 entidades, registró 940,229 ton para el año 2001. El estado de Michoacán con 80,000 ha en 27 municipios y más de 10,000 productores; integra a 23 asociaciones agrícolas, 296 empacadoras y 6 agroindustrias, produce 820,224. ton (85.05% nacional) y registra una de las más altas tasas medias de crecimiento (2.55). La cadena agroalimentaria del aguacate, considera que el eslabón de los productores representa el 40% del total de la misma. A pesar de lo anterior, Michoacán registra rendimientos promedio de 10 ton./ha., muy por debajo del rendimiento potencial estimado (18 – 30 ton/ha). Son diversos los factores que determinan los bajos rendimientos promedio, pero en diversos foros con productores de aguacate, se concluye que las acciones de transferencia de tecnología hacia ellos son escasas y aisladas y que la presencia de los investigadores y su interacción con los involucrados en el proceso, es muy baja.

El municipio de Uruapan, registra la mayor superficie plantada de aguacate, respecto a los 27 municipios productores del estado de Michoacán, (15,573 ha), no así la mayor producción municipal (152,898 Ton), debido a que los rendimientos promedio solo alcanzan 9.9 ton/ha. También concentra: el mayor número de productores (2289), el mayor número de empaques y la industria del procesamiento del aguacate, buena parte de los servicios que están directamente relacionados con su cadena agroalimentaria (la investigación, la educación, los servicios estatales fitosanitarios y las cúpulas de las principales organizaciones de productores y comercializadores de este frutal) (COMA, 2002).

Considerando lo anterior, la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” de la UMSNH, con el apoyo de La Fundación Produce Michoacán A.C. y de la Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan, Mich. A.C. (AALPAUM), durante 2002 y 2003 realizaron actividades de transferencia de tecnología para productores de aguacate en la región de Uruapan, mismas que fueron evaluadas. El presente trabajo es un estudio de su impacto y de los requerimientos sentidos por los productores y persiguió los siguientes objetivos:

- Evaluar los eventos de transferencia de tecnología, dirigidos a productores de aguacate, en Uruapan Mich.
- Detectar planteamientos e inquietudes de capacitación de los productores, relacionadas con la producción del frutal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de Uruapan, se localiza en la región oeste de Michoacán, entre los 19° 12' a 19° 38' de L. N. y los 101° 56' al 102° 22' de L. W. , con altitudes que van de los 900 a 3280 msnm y climas: Cálido subhúmedo, con lluvias en verano con una temperatura promedio de 23.4°C y una precipitación pluvial promedio anual de 1127.4 mm; Semicálido subhúmedo con lluvias en verano con una temperatura de 23°C y una precipitación promedio anual de 1622 mm y Templado húmedo con abundantes lluvias en verano con una temperatura de 18.8°C y una precipitación pluvial promedio de 1622 mm; la precipitación promedio anual en el municipio es de 1457 mm, anuales. El tipo de suelo predominante es Andosol, derivado de cenizas volcánicas, profundos, negros y pardos con espacio poroso abundante, conviviendo con los tipos: Luvisol, Aridosol, Histosol y Regosol.

Para el trabajo, se diseñó un formato de registro de asistencia, con nombre, fecha y lugar del evento, así como el nombre, actividad, domicilio, teléfono y firma de cada asistente; que se levantaba al inicio de cada evento, lo cual permitió definir el tamaño de la muestra que se aplicaría al final del mismo. También generó la información del municipio de origen de dichos asistentes. También se diseñó el formato de encuesta tipo, para su aplicación a productores, técnicos y estudiantes, considerando el origen de la invitación al evento, la importancia de los temas y tecnologías expuestas, la posibilidad de aplicación de las tecnologías expuestas en el o los huerto de los productores y/o los huertos asesorados por los técnicos que asistieron, la consideración general del costo de las propuestas tecnológicas abordadas en cada evento, la apreciación de la organización general del evento (invitación, puntualidad, desarrollo del programa, apoyos didácticos y atención logística al grupo), el grado de motivación y claridad de exposición de parte de los ponentes, se preguntó qué otros temas les interesaría que se abordaran en próximos eventos y las observaciones y sugerencias relacionadas con la mejora de los mismos. Se aplicó la encuesta en los 14 eventos de mayo del 2002 a abril del 2003, los cuales se realizaron de acuerdo al orden que se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Eventos de transferencia de tecnología para productores de aguacate realizados durante el 2002 y 2003.

Evento	Fecha
1. Gira De Intercambio Tecnológico, "Fertirriego En Aguacate"	22 De Mayo 2002
2. Curso Taller "El Cultivo Del Aguacate En Michoacán"	28-30 De Mayo
3. Curso Taller Para Productores De Aguacate	18 De Junio
4. Demostración En Campo Del "Control De Malezas Y Uso Eficiente De Maquinaria En Aguacate"	24 De Julio
5. Conferencia Uso, Manejo Y Aplicación De Productos Para La Nutrición Vegetal	22 De Agosto
6. Gira De Intercambio Tecnológico Podas En Aguacate	28 De Agosto
7. Conferencia "Nutrición Bioactivada"	19 De Sep
8. Curso Taller Para Mayordomos Y Administradores De Huertas De Aguacate	26 De Sep
9. Conferencia Magistral "Estrategias Para El Mejoramiento De La Producción Del Aguacate"	11 De Oct
10. Demostración, "Polinización Con Abejas En Aguacate"	22 De Nov 2002
11. Demostración, "Buenas Prácticas De Cosecha En Aguacate"	6 De Feb 2003
12. Conferencia Magistral "Manejo de postcosecha de productos agropecuarios"	28 De Feb 2003
13. II Curso Taller Para Productores De Aguacate	27 De Marzo Del 2003
14. II Curso Taller Para Mayordomos y Administradores De Huertos De Aguacate	30 De Abril Del 2003

Con base en el número de asistentes a cada evento, se aplicó la encuesta tipo, bajo un diseño de muestreo simple aleatorio con reemplazo, es decir que en cada evento se elegía una muestra mayor del 20 %, pudiendo entrevistarse por azar nuevamente a un productor ya entrevistado anteriormente; lográndose un total de 113 encuestas de los 265 productores, así mismo, a 54 de los 273 técnicos y de igual manera, a 56 de los 252 estudiantes, que asistieron a los 14 eventos realizados para la transferencia de tecnología en la producción de aguacate. Al final de cada evento, se procedió a revisar cada una de las respuestas y observaciones de las encuestas, concentrándolas en un formato especial de evaluación de la actividad, lo cual permitió conjuntar el número de frecuencia de las opciones de respuesta obtenidas, considerando a los tres tipos de actores involucrados en los eventos de transferencia de tecnología (productores, técnicos y estudiantes). De igual manera, se concentraron los temas de interés sugeridos por los asistentes para próximos eventos, por frecuencias de magnitud decreciente. Se determinaron las tendencias de cada respuesta por frecuencia simple, expresadas en términos de porcentaje; lo cual permitió a su vez

organizar en un formato especialmente elaborado para el propósito, los resultados totales de las frecuencias y sus tendencias de todos los eventos evaluados, para su análisis global e interpretación final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados (Ver Cuadro 1 anexo), después de realizarse los catorce eventos, se logró un registro de asistencia total de 813 personas interesadas en la capacitación para la producción de aguacate. El mayor porcentaje de asistencia corresponde a los técnicos (34.6%), seguido de los productores (33.5%). Sin embargo, algunos de los técnicos registrados como tales, en las hojas de control de asistencia por evento, son también productores de aguacate, interesados en actualizarse respecto al manejo integrado del cultivo y a las tecnologías poco divulgadas en su producción.

Con los productores se registró una mayor asistencia a: Conferencia Magistral "Manejo de post-cosecha de productos agropecuarios", con motivo del 35 aniversario de la AALPAUM; Curso Taller para mayordomos y administradores de huertos de aguacate que respondió a una demanda planteada por parte de los directivos de la AALPAUM, desde la planeación de los eventos; Gira de Intercambio Tecnológico "Podas en aguacate", planteado también como necesidad por la escasa experiencia que se tiene de estas tecnologías, necesaria para el manejo estratégico en la producción de calidad.

Respecto a la evaluación general de los eventos, el 50% se enteró de los mismos por invitación verbal y aproximadamente también el 50% por invitación escrita. El 95% consideraron importantes los temas de las tecnologías abordadas y solamente un 5% consideró de poco interés dicha temática. Un 92% de los productores considera que lo expuesto es aplicable bajo las condiciones de su huerto y solamente un 8% percibe de poca aplicación las tecnologías abordadas. Respecto a los costos de las tecnologías planteadas solamente el 21% de los productores las calificó de costo bajo de acuerdo a sus posibilidades económicas. Puesto que el 64% las ubica en un costo medio, es decir no fácilmente accesible a sus condiciones económicas y un 15% definitivamente opinó que son tecnologías de alto costo económico. El 87% de los productores entrevistados consideró buena la organización y 13% regular. Relacionado con lo anterior el 90% de los productores manifestaron que se motivó adecuadamente la participación de los asistentes, un 9% califican con muy baja la motivación y el 1% considera que no se motivó la participación. Sin embargo el 94% de los productores muestreados opinó que las explicaciones y propuestas de los diferentes ponentes fueron muy claras y el 6% declaró las exposiciones regularmente claras. Los temas que mas interesan a los productores para futuros eventos son los siguientes:

Temas	Frecuencia	Porcentaje
Podas	26	29.5
Fertilización	19	21.6
Comercialización	10	11.4
Manejo de aguacate orgánico	9	10.3
Manejo de compostas	8	9.1
Control de plagas y enfermedades	8	9.1
Nutrición	3	3.4
Mantenimiento de maquinaria	3	3.4
Inocuidad	1	1.1
Control biológico	1	1.1

CONCLUSIONES

- 1.- La invitación por escrito a los eventos de transferencia de tecnología para productores de aguacate, es más efectiva para asegurar su asistencia, debido a que ésta es explícita y de mayor formalidad.
- 2.- Los temas de mayor asistencia de los productores, fueron postcosecha, podas y los cursos para mayordomos y/o administradores
- 3.- Para el 79% de los productores el costo real de las tecnologías propuestas en los eventos va de media a alta, considerando como el factor más importante de su aplicación.
- 4.- El 51% de los temas que más preocupan a los productores se refieren a dos aspectos fundamentales del manejo del cultivo: podas y fertilización.
- 5.- Es notoria la tendencia al conocimiento de la producción orgánica del aguacate en un 19.4 del porcentaje obtenido (manejo de aguacate orgánico y de compostas).

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE P. S., 2002. Transferencia de tecnología para productores de aguacate en la región de Uruapan Mich., Revista el Aguacatero, AALPAUM, julio, Año 5 No. 27, pp 14-15.
- AGUIRRE P.S. 2002. Situación actual del cultivo del aguacate. Memoria del IV seminario taller sobre aguacate. 08 de Octubre. Facultad de Agrobiología "Pdte. Juárez".
- CARBAJAL H.J.O., 2002. Cadena de valor del aguacate mexicano. Comisión Michoacana del Aguacate A.A.
- HABIT M. A, 1982. Manual sobre Transferencia Tecnológica en Base a la Metodología Aprender Haciendo. FAO. Oficina Regional de FAO para América Latina Producción y Protección Vegetal. Santiago, Chile.
- LÓPEZ A. A. 1977. Análisis de las demostraciones agrícolas 1972-1973 del Campo Experimental Chapingo, sugerencias para organizarlas regionalmente. Tesis de licenciatura. Facultad de Agrobiología "Pte. Juárez. U.M.S.N.H. Uruapan, Mich.
- TELIZ D., GONZÁLEZ M. 1998. La transferencia de tecnología. pp 49. En: GILM (Grupo interdisciplinario de investigación en Mango). El mango y su Manejo Integrado en Michoacán. Daniel Téliz, Ed. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- VÁZQUEZ S. A. 1980. Adopción de tecnologías agrícolas por los trabajadores de campo: estudio de caso en el Colegio de Postgraduados. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mex.

ANEXO

Cuadro 1. Número de asistentes y número de evaluados en los eventos de transferencia de tecnología en 2002 y 2003.

EVENTO	ASISTENTES/EVALUADOS			TOTAL
	PRODUCTORES	TÉCNICOS	ESTUDIANTES	
1	7/5	14/2	18/5	39/12
2	30/9	4/3	0/0	34/12
3	22/16	22/5	5/0	49/21
4	21/14	22/4	2/0	45/18
5	4/2	16/8	19/4	39/14
6	38/18	38/4	11/5	87/27
7	3/3	11/3	1/0	15/6
8	44/15	9/0	3/2	56/17
9	11/6	44/15	155/28	210/49
10	15/5	10/4	3/1	28/10
11	5/4	12/4	2/1	19/9
12	53/11	49/12	28/6	130/29
13	12/5	22/6	5/4	39/15
14	9/8	10/2	4/2	23/12
TOTAL	274/121	283/72	256/58	813/251

LAS EMPRESAS PRODUCTORAS DE AGUACATE EN EL LITORAL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL: FACTORES QUE DETERMINAN SU PRODUCTIVIDAD

J. Calatrava-Requena y S. Sayadi

¹Depto. Economía Agraria. CIFA. Apdo. 2027. 18080 Granada. Correo electrónico: javier.calatrava@juntadeandalucia.es ; ssayadi@arrakis.es

RESUMEN

Se conocen referencias del aguacate vegetando en la costa mediterránea española desde mediados del siglo XVI, lo que indica que debió ser traído de América en los primeros viajes posteriores al Descubrimiento. Sin embargo, no es hasta la década de los setenta del siglo pasado cuando comienza su expansión en plantaciones comerciales. La primera ola expansiva del cultivo es muy rápida, como consecuencia de los altos precios del producto, y así en 1980 había ya más de 2.000 ha en plantación regular; después se ha continuado creciendo con altibajos hasta las 7.318 ha existentes hoy en el litoral andaluz. Las empresas productoras de aguacate son muy diversas y responden a distintos tipos de génesis, dimensión, estructuras, estrategias de gestión productiva y comercial, etc., siendo escasos los trabajos que analizan su problemática.

En la comunicación, a partir de un sondeo a 246 fruticultores productores de aguacate en las zonas litorales de Granada y Málaga, se describe la estructura de las empresas y su problemática productiva y comercial, y se lleva a cabo un análisis de algunos factores que determinan el nivel de productividad.

Palabras Clave: Plantaciones de aguacate, estructura productiva, problemática comercial.

INTRODUCCION

El aguacate en el litoral mediterráneo de Granada y Málaga ocupa actualmente una superficie de unos 7.318 ha, estando algo más del 60% en el litoral malagueño. Los rendimientos del cultivo varían según zonas alcanzando unos promedios de 9.200 Kg./ha y 8.000 Kg. entre Granada y Málaga, respectivamente en plantaciones en plena producción (Junta de Andalucía, 1999).

El impacto socioeconómico del cultivo en el litoral mediterráneo es importante, tanto por lo que se refiere a generación de rentas directas, como a la importancia de su efecto indirecto por las demandas generadas de bienes y servicios (inputs de producción y de comercialización) y el efecto sobre el empleo. El valor de la producción de aguacate sobrepasa actualmente 50 millones de Euros.

La estructura de las plantaciones ha evolucionado enormemente en las dos últimas décadas: pues de las huertas de pocos árboles, trabajados normalmente por sus propios dueños, que comenzaron a aparecer en la costa de Granada en la década de los setenta, se pasa a la aparición de explotaciones mayores, muchas de las cuales se iniciaron en el bienio 1980-1981 (Calatrava, 1991).

Desde el inicio de la expansión del aguacate, se han producido algunos estudios sobre aspectos técnico-económicos (costes de producción, economías de escala, rentabilidad, etc. de los cultivos tropicales) (Calatrava & López Nieto, 1981 y Calatrava & Bertuglia, 2003), siendo, sin embargo, muy escasos los que abordan la estructura y problemática de las empresas productoras de aguacate. Calatrava & González, (1993) tratan el tema hace una década. Recientemente en el contexto del proyecto INIA SC99-061 se han llevado a cabo distintas investigaciones en fruticultura tropical, particularmente respecto al análisis de adopción de prácticas que favorecen la sustentabilidad en dichos sistemas (Calatrava & Sayadi, 2002 y Sayadi, Calatrava & Guirado, 2003). En el presente trabajo, que se enmarca dentro de los trabajos del mencionado Proyecto, se analiza, a partir de un sondeo a 246 productores de aguacate en las zonas litorales de Granada y Málaga, la estructura de las empresas y su problemática productiva y comercial. Finalmente se extraen una serie de conclusiones al respecto.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información manejada proviene de una encuesta a 246 cultivadores de aguacate realizada entre enero y abril de 2002, en 26 municipios de los litorales de Granada y Málaga. El cuestionario abarca cuestiones diversas, relativas a la estructura de las empresas así como actitudes y opiniones de los productores.

La muestra no es exactamente representativa de la población de empresas existentes, porque en su selección ha primado más el hecho de disponer de un cierto número de empresas por tipo y tamaño de explotación que el de que dicha representación sea proporcional al estrato poblacional correspondiente. Así por ejemplo, las explotaciones de dimensión reducida no están en la muestra porcentualmente representadas según su proporción poblacional. Lo anterior implica la inexactitud al realizar inferencias de parámetros (medias, proporciones, etc.), no así al inferir sobre relaciones entre variables.

En otras palabras se ha dado prioridad a las inferencias de relación a la hora de seleccionar la muestra. Por tanto, en lo que sigue la expresión de valores y parámetros será puramente descriptiva (muestral) mientras que las inferencias se realizarán básicamente en las relaciones.

Para el análisis de los datos se han utilizado test de estadísticos convencionales (χ^2 , etc.) y se ha ajustado un modelo de Regresión Múltiple para identificar los factores relacionados con la explotación y el empresario que están relacionados con el nivel de productividad del aguacate (Kgs/árbol).

Las variables explicativas que se han considerado inicialmente en la especificación del modelo pueden verse en la Tabla 1.

Tabla 1: Variables independientes del modelo de Regresión Múltiple (productividad)

Variables	Descripción
Constante	Término constante
Provincia	"1" si es Málaga, "2" si no
Edad	Edad del agricultor (años)
Superficie	Superficie total de tropicales en la explotación (ha)
Goteo	"1" si riego por goteo, "0" si no
Mulching	"1" si mulching, "0" si no
Poda prefloración	"1" si poda de prefloración, "0" si no
Trituración de restos de poda	"1" si trituración de restos de poda, "0" si no
No laboreo	"1" si no laboreo, "0" si no
Desbrozadora en no laboreo	"1" si desbrozadora, "0" si no
DEDICACI	"1" si dedicación a la agricultura es total y exclusiva, "0" si no
Años dedicación	Años de dedicación a la actividad agraria (años)
COOP	"1" es miembro de una cooperativa, "0" si no
FORMAGR	"1" si tiene algún tipo de formación agraria reglada, "0" si no
EXPFAM	"1" si es explotación familiar, "0" si no

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los principales resultados de los distintos análisis llevados a cabo. Para más detalle sobre algunos aspectos concretos relacionados a la estructura productiva y comercial de los cultivadores de aguacate en el litoral mediterráneo de Granada y Málaga, se puede consultar Calatrava & Sayadi (2003) del que la presente comunicación es, en cierta forma, un extracto.

Las empresas productoras de frutas tropicales estudiadas: número y dimensión

Las empresas productoras de aguacate entrevistadas están repartidas en la muestra por igual entre la provincia de Granada y Málaga. La superficie media total de las explotaciones estudiadas es de 6,08 ha y la de tropicales es de 5,52 ha, siendo la moda de 1 ha y la mediana de 2 ha. La distribución porcentual de las explotaciones ha resultado ser la siguiente (Tabla 2):

Tabla 2: Distribución porcentual de las explotaciones de la muestra según estratos de superficie

Tamaño	% total muestra	Granada	Málaga
< 1 ha	25,30	22,10	28,50
1 – 5 ha	49,00	55,70	42,30
5 – 10 ha	12,70	11,50	13,80
> 10 ha	13,10	10,70	15,40
Total	100%	100%	100%

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

Puede deducirse de las cifras anteriores la dimensión relativamente reducida de las explotaciones de tropicales así como la diferencia existente entre los litorales de las dos provincias, siendo las explotaciones de mayor tamaño bastante más frecuentes en el litoral malagueño.

Asimismo, si comparamos las distribuciones porcentuales del número de explotaciones y de las correspondientes superficies, tenemos la tabla siguiente (Tabla 3):

Tabla 3: Distribución porcentual de superficies según estratos y grado de ocupación de las plantaciones de tropicales (Litoral mediterráneo).

Estratos	% explotaciones	% superficie total	% superficie tropical	Sup.Trop/Sup.Tot.
< 1 ha	25,30	2,77	3,05	0,97
1 – 5 ha	49,00	22,94	23,61	0,94
5 – 10 ha	12,70	15,53	15,90	0,93
> 10 ha	13,10	58,75	57,45	0,89
Total	100%	100%	100%	0,91

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

Vemos que, en el litoral mediterráneo en general las explotaciones que se dedican a frutas tropicales lo hacen ocupando con dicho tipo de cultivos la práctica totalidad de su superficie, si bien cuanto más reducido es el tamaño de las explotaciones, mayor es el porcentaje de la superficie dedicada a tropicales.

Para apreciar la diferencia de distribución de superficies en ambos litorales, en la Tabla 4 se incluye la estructura porcentual de dicha distribución.

Tabla 4: Distribución porcentual de superficies según estratos (ambos litorales).

	Granada				Málaga			
	% expl.	% Sup. Total	% Sup. Trop	Sup. Trop/Sup. Tot	% expl.	% Sup. Total	% Sup. Trop	Sup. Trop/Sup. Tot
< 1 ha	22,30	2,84	3,13	0,994	28,50	2,84	2,98	0,955
1 – 5 ha	55,70	27,33	28,80	0,953	42,30	19,59	19,69	0,916
5 – 10 ha	11,50	16,06	17,58	0,990	13,80	15,11	14,64	0,882
> 10 ha	10,70	53,78	50,49	0,849	15,40	62,45	62,69	0,914
Total	100,00	100,00	100,00	0,893	100,00	100,00	100,00	0,911

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

De la Tabla 4 se observa también una mayor concentración de la tierra en Málaga que en Granada, siendo los índices de GINI de 0,66 y 0,58, respectivamente. En Málaga el número de explotaciones grandes es más importante que en Granada y prácticamente más de la mitad (63%) de la superficie mostrada se concentra en ellas.

Aguacate: superficie y concentración

El aguacate es el cultivo que ocupa mayor superficie dentro de los tropicales. La Tabla 5 ofrece algunas características de las explotaciones de aguacate.

Tabla 5: Dimensión de las plantaciones de aguacate

	Litoral Mediterráneo	Granada	Málaga
% explotaciones con sólo aguacate	30,90	5,70	56,10
% explotaciones de aguacate con otros tropicales	69,10	94,30	43,90
Media de árboles de aguacate por explotación	981	654	1306
Mediana	350	250	550
Moda	300	300	300
% árboles de aguacate/total aguacate litoral	100%	33,21	66,79
% árboles de aguacate/total tropicales provincial	-	48,50	79,58

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

De la observación de la tabla se deducen, entre otras, las siguientes:

- ♣ Las explotaciones más frecuentes en el litoral mediterráneo son las que tienen aguacate junto con otros cultivos de tropicales. Las que están plantadas solamente de aguacate, representan algo más de la tercera parte. En Granada el porcentaje de dichas explotaciones es casi despreciable ya que prácticamente todas las explotaciones están plantadas de aguacate junto con otros especies de tropicales (94,30%). Sin embargo, en Málaga las explotaciones productoras solamente de aguacate son bastante más frecuentes y representan el 56,10%.
- ♣ La media de árboles de aguacate por explotación es de 981 en la costa mediterránea, siendo dicha media bastante mayor en Málaga que en Granada (1.306 y 654 árboles por explotación, respectivamente).
- ♣ En la provincia de Granada se encuentran un tercio de los árboles de aguacate existentes, y en Málaga dos tercios.

Asimismo, es interesante saber el grado de concentración del cultivo por estrato de superficie y provincialmente (Tablas 6):

Tabla 6: Distribución porcentual de plantaciones de aguacate según estratos de superficie en la muestra.

	Litoral Mediterráneo				Granada				Málaga			
	% expl.	% Agua	Agua/Trop	Desv. Típica	% expl.	% Agua	Agua/Trop	Desv. Típica	% expl.	% Agua	Agua/Trop	Desv. Típica
≤ 1 ha	25,31	3,96	0,702	0,346	3,65	3,65	0,480	0,304	4,12	4,12	0,873	0,273
1 - 5	48,98	25,28	0,610	0,343	27,71	27,71	0,443	0,302	24,07	24,07	0,828	0,263
5 - 10	12,65	14,15	0,615	0,341	13,59	13,59	0,400	0,305	14,42	14,42	0,792	0,263
> 10	13,06	56,61	0,709	0,316	55,05	55,05	0,518	0,334	57,39	57,39	0,849	0,236
Total	100%	100%	0,647	0,341	100%	100%	0,456	0,315	100%	100%	0,839	0,260

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

- En las explotaciones pequeñas (< 1 ha) y las más grandes (> 10 ha), es donde el aguacate tiene mayor presencia relativa en el conjunto de árboles tropicales.
- Los valores de los índices de GINI indican una ligera concentración de árboles de aguacate en ambos litorales (IG= 0,59 y IG=0,57, respectivamente). En el litoral malagueño, el 15% de las explotaciones mayores de 10 ha tienen el 57% de plantaciones de aguacate.
- A nivel provincial podemos ver que en Málaga, prácticamente en todos los estratos de superficie, el aguacate representa más del 80% en número de árboles y algo menos de la mitad en Granada siendo, además su desviación típica mayor que en el caso de Málaga.

EDAD DE LAS PLANTACIONES DE AGUACATES Y RENDIMIENTOS

La edad media del cultivo de aguacate en la costa mediterránea es de casi 14 años siendo la moda de 20 años (Tabla 7). Por lo que se refiere a los rendimientos, y asumiendo un inicio de entrada en producción al 4º año y una entrada en plena producción al 9º-10º, ha resultado la producción media de aguacate, en la cosecha 2002-2003, en el litoral mediterráneo de 42 Kg./árbol, unos 6,720 t/ha (considerando el marco de plantación más frecuente 166 árboles de aguacate por hectárea) (Tabla 7). La producción por hectárea en Granada es de 7,251 t/ha y en Málaga de 6,225 t/ha, siendo ambos rendimientos medios lógicamente inferiores a los señalados en las estadísticas oficiales que se refiere solo a plantaciones en plena producción.

Tabla 7: Rendimientos medios (Kg./árbol) y edades de plantaciones de aguacate (años)

	Litoral Mediterráneo		Granada		Málaga	
	Rdto.	Edad	Rdto.	Edad	Rdto.	Edad
Media	42,11	13,59	45,32	14,54	38,91	12,65
Moda	40	20	50	20	20	15
Máximo	100	40	100	40	100	33
Desviación típica	23,95	7,03	24,57	7,72	22,96	6,15

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

Empleo de la mano de obra en el proceso productivo en explotaciones de aguacate

Trabajo del empresario

La dedicación del empresario a la agricultura puede apreciarse en la Tabla 8.

Tabla 8: Dedicación del empresario a la agricultura

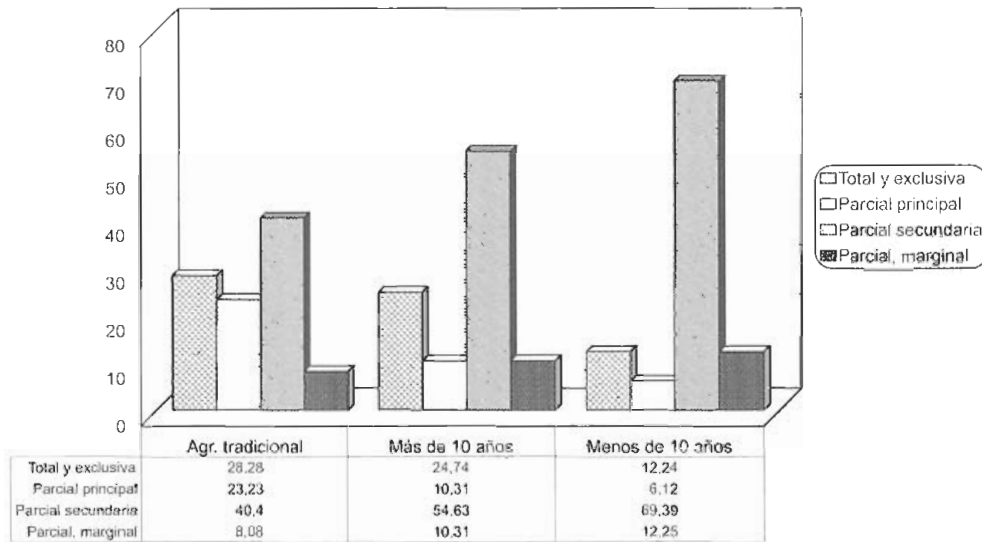
	Litoral mediterráneo	Granada	Málaga
Total y exclusiva	23,60	23,60	23,60
Parcial, como ocupación principal	14,60	20,30	8,90
Parcial, como ocupación secundaria	52,00	49,60	54,50
Parcial, como ocupación marginal	9,80	6,50	13,00
Total	100,00	100,00	100,00

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

Vemos que los mayores porcentajes se dan en la dedicación total y en la parcial secundaria. No se ha detectado una relación significativa entre la dedicación y el tamaño de las explotaciones ($P \geq 0,95$). Pues el mayor tamaño de las explotaciones de aguacate no implica necesariamente una mayor dedicación personal del empresario a la actividad agraria. Este hecho es lógico en un sector tan peculiar como el de tropicales en la costa mediterránea y es debido, por una parte, a la existencia en general, en los distintos estratos, de un importante nivel de dedicación parcial, y a un considerable porcentaje de propietarios de fuera del sector agrario.

Sin embargo, la relación entre la forma de dedicación a la agricultura y el tiempo de dicha dedicación es muy significativa ($\chi^2 = 18,45$; 6 g.l.; $P \leq 0,99$), en el sentido que los agricultores más tradicionales tienen mayor dedicación a la agricultura. Así, los productores con dedicación total (exclusiva) a la agricultura son mucho más numerosos (28,28%) entre los agricultores tradicionales, que siempre se han dedicado a la agricultura, que entre los agricultores con menos de 10 años de experiencia en la actividad (12,24%) (ver Figura 1).

Figura 1: Porcentaje de productores de aguacate según su vinculación laboral a la explotación



Fuente: Elaboración propia. Encuesta, 2002

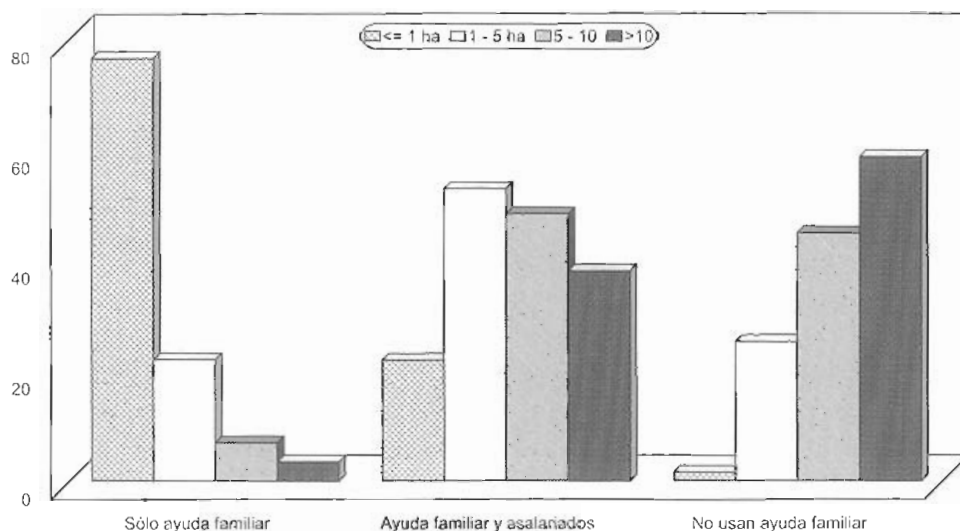
Asimismo, hay una relación significativa ($\chi^2 = 10,33$; 3 g.l.; $P \leq 0,95$) entre el tipo de explotación y los años de dedicación a la producción en el sentido que los propietarios de explotaciones plantadas solamente de aguacate llevan menos tiempo (menos de 10 años) en la actividad. Sin embargo, no se ha detectado una relación significativa ($P \geq 0,95$) entre el tipo de dedicación (total o parcial) del productor a la actividad y el tipo de explotación (plantaciones de aguacate solamente o mixtas con otros tropicales). También, los empresarios de dedicación parcial secundaria y marginal son más frecuentes en el litoral malagueño que el granadino ($\chi^2 = 8,32$; 3 g.l.; $P \leq 0,95$).

Ayudas familiares

El 32,10% de las empresas son llevadas exclusivamente por el titular con ayudas familiares; se trata de plantaciones familiares en sentido estricto. Este porcentaje es ligeramente mayor en Málaga (34,10%) que en Granada (30,10%). Las ayudas familiares participan junto con asalariados en algunas labores de la explotación en el 42,70% de las explotaciones, siendo, por el contrario, superior este porcentaje en Granada (43,10%) que en Málaga (34,10%). La participación parcial de ayudas familiares puede indicar más una agricultura a tiempo parcial vinculada, sobre todo, a explotaciones de menor tamaño del sector productor más moderno.

Existe una clara relación entre la participación de ayudas familiares y el tamaño de las explotaciones ($\chi^2 = 142,7$; 12 g.l.; $P \leq 0,99$). Así, el 76,56% de las explotaciones menores de 1 ha son llevadas exclusivamente en base a mano de obra familiar, mientras que este porcentaje desciende al 21,95% para explotaciones entre 1 y 5 ha, al 6,70% en explotaciones entre 5 y 10 ha, y al 3% en explotaciones superiores a 10 ha. En la Figura 2 puede verse con detalle la relación entre la superficie de las explotaciones y el uso de mano de obra familiar en explotaciones de aguacate.

Figura 2: Participación de ayudas familiares en los trabajos de la explotación para distintos tamaños de las plantaciones



Fuente: Elaboración propia. Encuesta, 2002

Trabajo asalariado

Además del empresario y las ayudas familiares, en el 67,90% de las empresas participa mano de obra asalariada (Tabla 9). Dicho porcentaje es de 65,90 en Granada y de 69,90 en Málaga. La distribución de dicho porcentaje entre las distintas situaciones es la siguiente:

Tabla 9: Distribución porcentual del uso de la mano de obra asalariada en explotaciones de aguacate

Tipo de mano de obra	Total	Málaga	Granada
Ayudas familiares y asalariados eventuales	37,00	34,10	39,80
Sólo asalariados eventuales	11,00	5,70	16,30
Asalariados eventual y fijos	11,80	16,30	7,30
Ayudas familiares y asalariados eventuales y fijos	4,90	6,50	3,20
Ayudas familiares y asalariados fijos	0,80	1,70	-
Solo asalariados fijos	2,40	1,60	3,30
Total	67,90	65,90	69,90

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

Si se considera solamente el trabajo asalariado fijo, el 19,90% de las explotaciones en el litoral mediterráneo emplean trabajadores fijos. Este porcentaje se reduce a 13,80 en la zona de Granada, mientras que se duplica ascendiendo a 26,10% en la de Málaga. Así, se aprecia claramente la diferencia entre ambos litorales, en el sentido que la mano de obra fija opera bastante más en explotaciones de aguacate en el litoral malagueño que en el de Granada.

El empleo de fuerza de trabajo asalariada está además, lógicamente, relacionado significativamente ($\alpha = 0,001$) con el tamaño de las explotaciones, dándose en un 23,44% de las empresas menores de 1 ha, y casi la totalidad (96,66%) de las mayores de 10 has. Esta relación es, evi-

dentamente mucho mayor si se considera solamente el empleo de asalariados fijos, siendo inexistentes en explotaciones pequeñas (< 1 ha). En este sentido Calatrava y Giardin, (1991) muestran la existencia de economías de escala en la productividad de la mano de obra en empresas productoras de aguacate en el litoral mediterráneo.

Antigüedad del productor de aguacate

El 40,40% de los encuestados siempre han sido agricultores de principal profesión y solamente el 20% se han incorporado a la agricultura en los últimos 10 años. Los porcentajes anteriores difieren ligeramente según consideramos las dos zonas del litoral, apreciando un mayor porcentaje de "nuevos empresarios" en el litoral malagueño que en el granadino (29,30% de los agricultores con menos de 10 años de oficio en Málaga frente a 10,60% en Granada, siendo por el contrario, menos los agricultores tradicionales que se dedican al aguacate en el litoral malagueño que en el granadino. (37,40% y 43,40%, respectivamente). Se ha detectado una relación muy significativa ($\chi^2 = 13,61$; 2 g.l.; $P \leq 0,99$) entre los años de dedicación del agricultor y la provincia en el sentido que los productores de aguacate son más tradicionales en Granada que en Málaga.

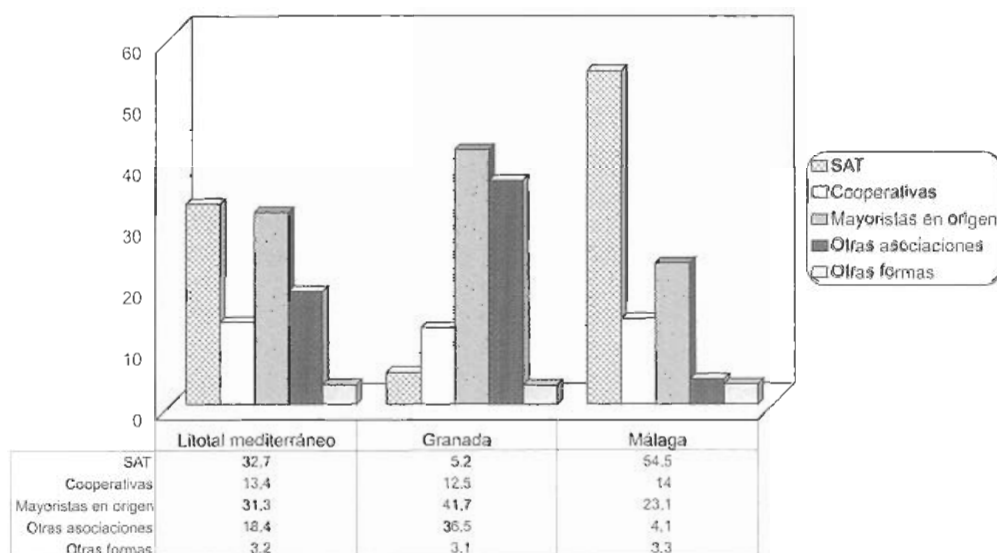
La relación entre provincia y dedicación a la agricultura es también significativa ($\chi^2 = 13,60$; 2 g.l.; $P \leq 0,99$). Sin embargo, no se ha detectado una relación significativa entre la dedicación a la producción de aguacate y el tamaño de las explotaciones ($P \geq 0,95$). Ello implica que la incorporación reciente al sector de aguacate es un fenómeno que no es privativo sólo de explotaciones de cierto tamaño, si no que se da también, aunque con mucho menor intensidad, en pequeñas explotaciones.

Formas de comercialización

En el conjunto del litoral la forma de comercialización más frecuente es a través de cooperativas, SAT y/o otras asociaciones (49,30% de los agricultores) aunque asimismo es frecuente la venta a mayoristas de origen (31,30%) y alhóndigas (18,40%). Prácticamente todo el aguacate se comercializa a través de las formas anteriores siendo casi nulas las otras formas de comercialización (0,90%).

Los porcentajes anteriores difieren radicalmente de una provincia a otra. En la Figura 4 puede apreciarse claramente esta diferencia, que es, además, muy significativa ($\chi^2 = 65,62$; 2 g.l.; $P \leq 0,99$), en el sentido que los productores de aguacate en la provincia de Málaga comercializan más sus productos a través de formas asociativas agrarias que los de Granada que, a su vez, comercializan en general a través de mayoristas en origen o alhóndigas.

Figura 3: Formas de comercialización en origen



Fuente: Elaboración propia. Encuesta, 2002

Considerando de nuevo el conjunto del litoral, casi el 80% de los productores afirman que están satisfechos con su sistema actual de comercialización (Tabla 10). Existe, además, una relación muy significativa ($\chi^2 = 65,06$; 6 g.l.; $P \leq 0,999$), entre la forma de comercialización y su nivel de satisfacción con dicha forma, en el sentido que la insatisfacción es menor en aquellos que comercializan a través de fórmulas no asociativas agrarias. Estos resultados son idénticos a los obtenidos hace más de una década por Calatrava & González (1993).

Tabla 10: Formas de comercialización y grado de satisfacción

Forma de comercialización	Muy satisfecho	Bastante satisfecho	Algo satisfecho	No satisfecho
Cooperativas y SAT	16,16	55,56	24,24	4,04
Mayoristas en origen y otras	2,50	5,00	40,00	52,50
Alhóndigas	12,99	23,37	41,56	22,08

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

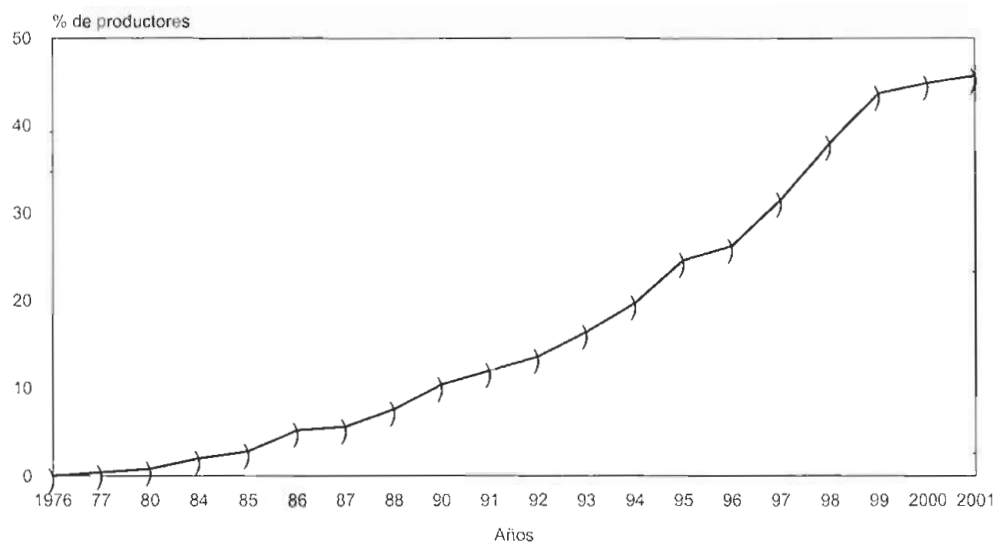
Se ha detectado también una relación muy significativa entre el tipo de explotación y el nivel de satisfacción por el sistema de comercialización, en el sentido que los propietarios de explotaciones plantadas de aguacates solamente están más satisfechos por la forma de comercializar sus productos que los de explotaciones mixtas ($P \leq 0,999$).

Cooperativismo en el sector de aguacate

El 46,70% afirman que son miembros de cooperativas de los cuales el 74% están en Málaga. El nivel de cooperativismo es mucho mayor en la costa malagueña que la granadina ($P \leq 0,999$). Asimismo, el asociacionismo es mayor en las explotaciones plantadas solamente de aguacate que las mixtas ($P \leq 0,999$). En la figura 4, puede apreciarse la evolución del porcentaje de productores acogidos a un sistema de comercialización.

Los que no son miembros de ninguna asociación agraria, o bien piensan que las asociaciones, no funcionan tan bien (el 29% del total), o afirman que les va bien individualmente y no les interesa asociarse (15%). El resto o no creen en el cooperativismo (4,5%) o piensan que es difícil y/o caro entrar en las cooperativas (6%), entre otros.

Figura 4: Evolución del porcentaje de productores acogidos a un sistema de comercialización asociativo



Fuente: Encuesta, 2002

Modelo de productividad

Respecto al modelo de productividad, cuya especificación se detalla en la metodología, los resultados del ajuste, reducidos solo a las variables significativas, pueden verse en la Tabla 11.

Tabla 11: Resultados del modelo de regresión múltiple (productividad: Kg./árbol)

Variable	Coefficiente	T	P
Constante	7,57541	3,3085	0,0011
Edad del aguacate	0,93474	6,70674	0,0000
Desbrozadora en no laboreo	4,02418	2,67514	0,0081
Trituración de restos de poda	12,7713	7,2633	0,0000
Poda prefloración	8,52001	5,16738	0,0000
Goteo	6,8262	4,18443	0,0000
R ² ajustado		60,8048	

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

Existe una relación directa entre la producción en Kg por árbol de aguacate y la edad de la plantación ($\alpha = 0.000$), el uso de la desbrozadora como alternativa total o parcial al uso de herbicidas ($\alpha = 0.0081$), la trituración de restos de poda incorporándola como materia orgánica al suelo ($\alpha = 0.000$), el uso del goteo frente a cualquier otra técnica de riego ($\alpha = 0.000$) y la práctica de la poda de prefloración ($\alpha = 0.000$).

Aproximadamente el 60% de la varianza de la productividad, queda explicada por las variables independientes consideradas ($\alpha \leq 0,0001$).

Las variables que parecen no tener influencia en la productividad del aguacate han resultado ser las siguientes ($P \leq 0.95$):

- Número de aguacates: no hay pues economías de escala en productividad.
- Mulching
- No laboreo
- Dedicación a la agricultura
- Años de dedicación a la agricultura
- Miembro de alguna asociación agraria
- Nivel de formación agraria del productor.
- Carácter familiar de la explotación

Una vez ajustado este modelo, se pensó que quizás la lógica relación del rendimiento (Kg./árbol) con la edad de la plantación podría enmascarar los resultados del modelo. Por ello se procedió a buscar una relación entre rendimiento (R) y la edad (E), ajustando una curva exponencial inversa y obteniéndose:

$$R = 69,50 / \exp^{(3,1048 \cdot E)} \quad R^2 = 80,95 \quad F = 888,20 \quad P = 0,000$$

La varianza residual de este modelo sería la varianza del rendimiento no explicada por la edad de la plantación. Relativizando estos residuos al darles forma porcentual respecto a R se ha ajustado de nuevo el modelo anterior, eliminando lógicamente la edad del árbol de las variables independientes, y obteniendo el ajuste siguiente:

Tabla 12: Resultados del modelo de regresión múltiple (productividad: Kg./árbol)

Variable	Coficiente	T	P
Constante	- 60,6829	-18,4735	0,0000
Desbrozadora en no laboreo	7,2068	2,4751	0,0142
Trituración de restos de poda	25,2811	7,87723	0,0000
Poda prefloración	16,7438	5,29224	0,0000
Goteo	12,4256	3,98962	0,0001
R ² ajustado		45,62	

Fuente: Proyecto INIA SC-99-061, encuesta (2002).

En dicho ajuste puede verse que las mismas variables que resultaban explicativas en el modelo anterior continúan, lógicamente, siéndolo y explican casi la mitad de la varianza del rendimiento no explicado por la edad.

CONCLUSIONES

- ♣ Existe un sector “tradicional” y un sector “moderno” en la producción de aguacate en el litoral mediterráneo español.
- ♣ El primero constituido por pequeñas explotaciones no mecanizadas, en las que el aguacate suele estar plantado junto a otras especies, con árboles de mayor edad, y llevadas básicamente con mano de obra familiar. Frecuentemente, comercializan su producto a través de alhóndigas o mayoristas de origen. Son más frecuentes en la costa de Granada. Los empresarios suelen ser agricultores tradicionales o con bastante antigüedad de dedicación a la agricultura.
- ♣ El sector aguacate “moderno”, está constituido por plantaciones de mayor dimensión, mecanizadas, y con menor edad media. En ellas abunda más el monocultivo de aguacate, y trabaja un alto porcentaje de mano de obra asalariada eventual e incluso, en explotaciones mayores de 10 hectáreas, fija. Comercializan su producto básicamente a través de asociaciones de productores (cooperativas y SAT). Los empresarios suelen ser de más reciente incorporación al sector agrario. Son plantaciones más frecuentes en el litoral malagueño que en el granadino.
- ♣ La mitad de las explotaciones comercializan su aguacate a través de asociaciones de comercialización (cooperativas y SAT). La otra mitad mediante venta a mayoristas de origen o subastando el fruto en alhóndigas. Los que comercializan mediante asociaciones presentan un mayor grado de satisfacción con su sistema comercial.
- ♣ En la productividad del aguacate influyen la edad de la plantación, la práctica de poda de prefloración, el uso de riego por goteo, la trituración de restos de poda, y el uso de desbrozadora.
- ♣ No existe efecto de escala en productividad
- ♣ No se ha encontrado tampoco efecto significativo sobre la productividad del aguacate en la realización de mulching y el no laboreo.
- ♣ Tampoco afectan significativamente a la productividad el tipo de dedicación a la fruticultura ni, los años de antigüedad del empresario en el oficio. Tampoco se ha encontrado relación entre la productividad y el nivel de formación agraria del empresario o el hecho de pertenecer a alguna asociación.
- ♣ Descontado el efecto de la edad de la plantación sobre la productividad, mediante el ajuste de una función exponencial inversa, se ha mantenido el esquema de significación anterior.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CALATRAVA-REQUENA J 1991. El aguacate en España: su estructura productiva y sus posibilidades de mercado. In: F. Calabrese. El aguacate.
- CALATRAVA-RERQUENA J., BERTUGLIA A 2003. Análisis de rentabilidad de distintos tipos de plantaciones de aguacate en la Costa Mediterráneo española. Congreso Mundial de Aguacate. Málaga. Octubre. (España).
- CALATRAVA-REQUENA J, GONZÁLEZ-ROA M C 1993. Las empresas productoras de frutas tropicales en el litoral mediterráneo: algunos aspectos de su estructura y problemática. DESA. Documento de trabajo nº 40. P. 45.
- CALATRAVA-REQUENA J, GARCIA-FARACO J 1989. Análisis dinámico de rentabilidad de plantaciones de aguacate en el litoral Mediterráneo. Investigación Agraria. Economía. 45 (2): 229-241.

CALATRAVA-REQUENA J, LÓPEZ NIETO J 1981. Estructura de la oferta de aguacate en la Costa Mediterránea de Andalucía: Situación actual y previsiones futuras. Ponencia presentada a la VIII Semana Verde de la Costa del Sol. INIA. DESA. Documento de trabajo nº8.

CALATRAVA-REQUENA. J. Y SAYADI, S 2002. Increasing environmental sustainability in spanish mango orchards: an analysis of technical innovations adoption. 7th International Mango Symposium. Septiembre. Recife, Pernambuco State, octubre. (Brazil).

CALATRAVA-REQUENA J, SAYADI S 2003. Las empresas productoras de aguacate en el litoral mediterráneo: estructura y relación de producción. DESA. Documento de trabajo Proyecto SC99-061.

SAYADI S, CALATRAVA-REQUENA J, GUIRADO-SANCHEZ E 2003. Análisis de factores de adopción de innovaciones que favorecen la sustentabilidad ambiental en explotaciones de aguacate del litoral mediterráneo español. Congreso Mundial de Aguacate. Málaga. Octubre. (España).

JUNTA DE ANDALUCÍA 1999. Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía de 1998. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla.

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE DISTINTOS TIPOS DE PLANTACIONES DE AGUACATE EN LA COSTA MEDITERRANEA ESPAÑOLA

A. Bertuglia¹, J. Calatrava¹ y E. Guirado²

¹ Dept. Economía Agraria. CIFA de Granada. Apdo. 2027. 18080 Granada. España. Correo electrónico: adrybert@virgilio.it

² Estación Experimental "La Mayora". 29750 Algarrobo Costa. Málaga. España.

RESUMEN

El aguacate, que comenzó a extenderse en plantaciones comerciales al inicio de la década de los años setenta, ocupa hoy algo menos de 8000 has, basicamente situadas en los litorales de Granada y Málaga.

Las plantaciones de aguacate hoy existentes constituyen un mosaico heterogéneo de dimensión, situación, génesis, posibilidades de mecanización, etc., siendo escasos los trabajos que se han ocupado de analizar esta heterogeneidad y su influencia en la rentabilidad de las plantaciones.

En el presente trabajo, tras establecer una tipología de plantaciones, en función de aquellas características que, en principio, pueden afectar a su rentabilidad (superficie, posibilidad y grado de mecanización, propiedad o alquiler de equipos, sistemas de almacenamiento de agua para riego, etc.) se analiza mediante el uso de la técnica de ACBF (Análisis Coste-Beneficio financiero) la rentabilidad de la inversión con los distintos tipos de plantaciones, y para cada dimensión territorial de las mismas, expresada en parámetros como la Tasa de rentabilidad (TIR), el valor actualizado neto (VAN), el tiempo de recuperación de capital (TRC) y el ratio Beneficio/Coste.

A partir de dicho análisis, y para cada tipo de plantación considerado, se establecen relaciones funcionales entre la TIR, la superficie de la plantación, y el precio percibido por el aguacate en origen analizando así la existencia y nivel de posibles efectos de escala en rentabilidad y de mercado. Finalmente, se lleva a cabo un análisis comparativo de los resultados y se sacan una serie de conclusiones al respecto.

Palabras Clave: Análisis de rentabilidad, explotaciones de aguacate, tasa interna de rentabilidad, efectos de escala y de mercado.

INTRODUCCIÓN

La difusión del aguacate en el litoral mediterráneo español, empezó en los años setenta pasando de una superficie de 10 Has a las casi 8000 Has actuales básicamente situadas en las provincias de Málaga y Granada.

Hoy existe una amplia gama de tipos de plantaciones, diferenciadas por dimensión, situación, génesis, posibilidades de mecanización, etc. pudiéndose afirmar la coexistencia de un subsector “moderno” y otro “tradicional”, vinculado algo más el primero a la provincia de Málaga y el segundo a la de Granada (Calatrava y González Roa, 1994).

La heterogeneidad de plantaciones existentes y la posición que ha ido ocupando el aguacate en el mercado, desde el inicio de las plantaciones comerciales en la década de los setenta, pasando de ser considerado un bien de lujo a un bien de consumo común, con la consecuente caída del precio y del beneficio derivado del cultivo, plantean la necesidad de un estudio previo de rentabilidad a la hora de tomar decisiones acerca de la posibilidad de plantar o incrementar en el futuro las plantaciones ya existentes.

Escasos son los análisis hasta ahora realizados sobre rentabilidad del aguacate en España, limitándose los trabajos existentes a los de Calatrava y García-Faraco (1989) y Calatrava y Giardin (1991), realizados hace más de una década, además del estudio sobre la problemática y la estructura de las empresas productoras de frutos tropicales en el litoral mediterráneo (Calatrava y González Roa, 1994).

En este trabajo se estudia la rentabilidad de diferentes tipos de plantaciones mediante la técnica del ACBF (Análisis Coste Beneficio Financiero) y se analiza la evolución de la Tasa de Rentabilidad (TIR) bajo diferentes supuestos de superficie y de precio percibido por el fruto en el mercado, especificando dicha evolución mediante relaciones funcionales; finalmente se efectúa un análisis comparativo obteniendo una serie de conclusiones sobre el interés económico de invertir en los distintos tipos de plantaciones.

METODOLOGÍA

Con la finalidad de analizar la rentabilidad de la plantación de aguacate como inversión, se plantea inicialmente una tipología de las plantaciones existentes en base a los siguientes elementos, que determinan la variación en la estructura fija de la explotación:

- Uso o no de maquinaria
- En el caso de uso de maquinaria, alquilar o comprar
- En el caso de maquinaria propia, con elevador hidráulico para recogida de fruto o sin elevador
- Balsa o depósito para almacenamiento del agua.

En Granada, las dificultades de la mecanización derivadas de la presencia de suelos con pendientes, a veces muy grande, además de la estructura de la empresa (empresas de pequeño tamaño. Calatrava y González, 1994), son la causa de la presencia en general, en el litoral granadino, de explotaciones de tipo tradicional no mecanizadas de tamaño reducido. Por el contrario, en la provincia de Málaga se concentran, en general, explotaciones de mayor tamaño, pendiente más suave y con un mayor grado de mecanización. Según el tamaño de la explotación y los beneficios que se pueden derivar de esta, resulta más conveniente para el agricultor alquilar la maquinaria o comprarla.

El sistema de riego más utilizado, prácticamente generalizado en las laderas, es un sistema de riego localizado por goteo, con posibilidad de almacenamiento de agua en depósito o balsa.

En base a estas consideraciones podemos distinguir dos tipos de plantaciones:

a) Plantaciones tradicionales no mecanizadas

b) Plantaciones modernas mecanizadas con equipos alquilados o de propiedad según la capacidad de amortización del gasto e incluyendo o menos en esta segunda opción el elevador hidráulico.

En todos estos casos se ha considerado, además, la posibilidad de incluir el gasto derivado de la construcción de una balsa o de un depósito. En el caso de construcción de balsa, a la hora de determinar los gastos y los ingresos de plantaciones, se ha tenido en cuenta la disminución de la superficie productiva debido al espacio ocupado por esta, así como la de una serie de gastos dependientes del tamaño de la explotación, como son la instalación del sistema de riego, el coste de mano de obra y materias primas, gastos de cultivo y el coste derivado de la contratación de la maquinaria.

Para cada tipo de explotación y cada superficie se ha determinado una estructura de gastos e ingresos anuales, y a partir de estos flujos se ha llevado a cabo un análisis Coste Beneficio Financiero determinando así la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) para el empresario, y no para el conjunto de la sociedad, lo que supondría un enfoque diferente (Análisis Coste-Beneficio Económico o Socio Económico).

La TIR se estima para cada tipo de explotación, suponiendo distintas superficies, y distintos precios de venta del fruto, oscilando dicho precio entre 0,60 y 1,50€/Kg.

Para el cálculo de la TIR se han considerado precios medios constantes a lo largo de la vida de la plantación, y se ha variado luego el precio en el intervalo mencionado. Esto supone, obviamente, una simplificación de la rentabilidad.

Otra aproximación diferente al tema sobre la que se va a trabajar en el futuro, es construir un simulador de los precios del mercado, a partir de la información disponible, generando para cada año de la inversión precios distintos como ocurre en la realidad, y obteniendo tras sucesivas simulaciones del sistema una función de probabilidad de la TIR.

Finalmente se ha efectuado un análisis comparativo de la rentabilidad de todas las plantaciones con el fin de encontrar la situación más rentable para cada tamaño de explotación y para cada situación de precio de mercado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se reproducen, a modo de ejemplo, los gastos derivados de una hipotética plantación de una hectárea, en el caso de una plantación mecanizada con elevador hidráulico, y considerando como sistema de almacenamiento del agua la balsa.

Respecto a la tasa de rentabilidad, en todos los tipos de plantaciones considerados, la opción de utilizar balsas como sistema de almacenamiento del agua permite obtener TIR siempre más elevadas que en el caso del depósito, debido a su menor coste por unidad de volumen. No obstante esta menor rentabilidad del depósito respecto a la balsa, es frecuente su instalación en la realidad debido a su doble función: uso agrícola y uso doméstico. En lo que sigue se ha prescindido, por esta razón, de comentar los resultados de rentabilidad de las explotaciones con depósito.

En las figuras 1 y 2 se observa la evolución de la TIR en función de precios y superficies en los dos casos extremos entre los considerados: plantación mecanizada con elevador hidráulico y plantación no mecanizable (*). De la observación de dichas figuras se deduce el lógico efecto del precio en la rentabilidad aunque este efecto es sensiblemente superior en las plantaciones no mecanizadas con respecto a las plantaciones mecanizadas.

Por lo que se refiere a los efectos de escala, al ser los elementos más implicados en la existencia de dicho efecto los costes debidos a la maquinaria, al utillaje y herramientas y a la construcción de balsa o depósito, el efecto de escala es lógicamente mucho más patente en aquellas explotaciones con maquinaria propia (sobre todo cuando se incluye el elevador hidráulico), donde se ha observado una mayor dependencia de la TIR del tamaño de la explotación con respecto a los otros casos. Posteriormente se analiza analíticamente este efecto.

En explotaciones de tamaño reducido no es rentable utilizar maquinaria dada la elevada inversión que esta supone. De hecho, del análisis efectuado, se ha podido observar que en plantaciones mecanizadas sin y con elevador hidráulico, en las primeras hectáreas la rentabilidad es muy baja (inferior que en las plantaciones no mecanizadas o mecanizadas con equipo alquilado) alcanzando incluso valores de TIR negativos para cualquier valor de precio considerando explotaciones de una hectárea, y para precios de 0,60€ en explotaciones de dos hectáreas.

(*) En las figuras, a efecto de mejor visualización, se han considerado solo algunas superficies de explotaciones, aunque los cálculos están hechos para todas las superficies, de una en una hectárea, y así se han incluido en los modelos de regresión posteriores.

Después de haber examinado por separado la rentabilidad de cada tipo de plantación, se ha efectuado un análisis comparativo entre todos los casos que se refieren a la plantación mecanizable con el fin de individuar para cada superficie y valor de precio cual sería la opción más rentable.

Se ha considerado oportuno excluir de este análisis las plantaciones no mecanizadas ya que la explotación tradicional no mecanizada no es alternativa, pues su existencia viene determinada por factores físicos y de localización geográfica.

Se ha observado que hasta superficies de 12 has resulta más rentable alquilar maquinaria que comprarla, para cualquier valor de precio considerado. A partir de 13 has el umbral de mecanización propia depende del precio siendo esta dependencia mayor en el caso de mecanización con elevador hidráulico. Así, como se ha constatado, la introducción de maquinaria con elevador hidráulico es rentable a partir de 13 has para un precio de venta del fruto de 0,60€ mientras que subidas de precios incrementarían dicha dimensión superficial límite. Asimismo el límite de rentabilidad para adquirir maquinaria considerando una recolección manual es de 15 has para un precio de 0,66€ y a partir de dicho precio se va incrementando.

Cuanto mayor es el precio para una superficie dada, hasta 33 has, mayor es el intervalo de rentabilidad de la maquinaria alquilada.

Como se ha indicado los umbrales de mecanización propia dependen del precio al que se venda el producto. Vamos a expresar de forma analítica su relación con el precio.

Si llamamos S: a la superficie a partir de la cual interesa trabajar con maquinaria propia, dicha dimensión territorial umbral será función del precio al que se venda el producto*. Para obtener esta relación funcional, se ha considerado una forma funcional Cobb-Douglas obteniendo los siguientes resultados:

(a) Umbral de dimensión para adquirir maquinaria propia con recogida manual:

$$S = 0,128 p^{1,017} \quad F = 1826,44 \quad R^2 = 99,29 \quad (\text{sig. } \alpha \leq 0,000)$$

A partir de esta función se han calculado como ejemplo algunos valores de P y S:

$$P = 0,60 \text{ € } S = 13,84 \text{ has; } P = 0,90 \text{ € } S = 20,9 \text{ has; } P = 1,20 \text{ € } S = 28,01 \text{ has}$$

(b) Umbral de dimensión para adquirir maquinaria propia con recogida mediante elevador hidráulico.

$$S = 1,126 * 10^{-3} * p^{2,059} \quad F = 2342,45 \quad R^2 = 99,40 \quad (\text{sig. } \alpha \leq 0,000)$$

A partir de esta función se han calculado como ejemplo algunos valores de P y S:

$$P = 0,60 \text{ € } S = 14,77 \text{ has; } P = 0,90 \text{ € } S = 34,04 \text{ has; } P = 1,20 \text{ € } S = 61,56 \text{ has}$$

En ambos casos la relación es prácticamente matemática al ser mínima la varianza residual en los ajustes. Así por ejemplo, para un precio de mercado de 0.90 €/kg hasta 20.9 has merece la pena alquilar la maquinaria, a partir de esta dimensión es más interesante comprarla, y a partir de 34 has merece la pena adquirir elevador hidráulico.

(*) En las formulas el precio está expresado en pesetas. Para la expresión en Euros bastaría con sustituir p en las formulas, por 166,38 p, siendo a partir de esta expresión como se han calculado los ejemplos.

Relaciones funcionales de rentabilidad

Se han ajustado modelos de regresión mínimo cuadrática a la TIR en función de P y S, utilizando dos supuestos: relación cuadrática y relación Cobb-Douglas (doble logarítmica); los resultados de los ajustes pueden verse en la tabla 2 (a y b). La especificación es la siguiente:

$$TIR = K P^\alpha S^\beta \quad TIR = K + a P + b S + c P S + d P^2 + e S^2$$

En el caso de explotaciones no mecanizadas el ajuste cuadrático completo es prácticamente una relación matemática biunívoca ($R^2 = 99,64$) entre la rentabilidad y el precio, la cantidad y sus formas cuadráticas, siendo lógicamente significativa, y de efecto positivo, la interacción precio-dimensión territorial de la explotación. El ajuste Cobb-Douglas es también excelente ($R^2 = 93,04$), como no puede ser de otra forma tratándose no de valores observados sino generados mediante el mecanismo del Análisis Coste-Beneficio.

En el caso de maquinaria alquilada también el ajuste cuadrático completo es sensiblemente superior al Cobb-Douglas, siendo en cualquier caso ambos excelentes.

En el caso de maquinaria propia con o sin elevador hidráulico el ajuste Cobb-Douglas es sensiblemente superior que el cuadrático completo. Ajustes lineales de primer grado, y lineales con interacción precio cantidad no han arrojado valores de R^2 superiores a 75%, lo que confirma un efecto cuadrático de precios y superficies sobre la rentabilidad.

Si observamos los cuatro modelos Cobb-Douglas para los casos analizados y consideramos sus elasticidades directas rentabilidad-precio y rentabilidad-dimensión (ver tabla 3) vemos que el caso de explotaciones no mecanizadas se diferencia netamente de los tres casos de explotaciones mecanizadas en lo que afecta a la influencia del precio sobre la rentabilidad.

Dentro de que todas las explotaciones son, en cuanto a la rentabilidad, elásticas ($\epsilon > 1$) respecto al precio de mercado, la dependencia del precio es sensiblemente mayor cuando la explotación no está mecanizada que en las explotaciones que usan maquinaria.

Por lo que se refiere al efecto de la superficie sobre la tasa de rentabilidad de las explotaciones, todos los tipos de explotaciones consideradas son inelásticas, pero mientras que el efecto de escala en rentabilidad es prácticamente nulo o muy pequeño en el caso de explotaciones no mecanizadas o con maquinaria alquilada, en el caso de las explotaciones con maquinaria propia el efecto de escala es importante, sobre todo cuando se dispone además de elevador hidráulico.

CONCLUSIONES

Respecto a la alternativa balsa-depósito siempre sería deseable la balsa independientemente del precio y de la superficie. La conveniencia de la utilización del depósito surge solo considerando sus usos extraagrarios.

Aparte de la lógica dependencia de la rentabilidad respecto al precio del producto, se ha detectado un efecto de escala en rentabilidad variable según los casos.

Así mientras en las explotaciones no mecanizadas y mecanizadas alquilando maquinaria puede decirse que no hay efecto de escala en rentabilidad, o que es un efecto muy reducido, en plantaciones con maquinaria propia el efecto de escala en rentabilidad, aunque inelástico, es considerable.

La elasticidad de la rentabilidad respecto al precio del aguacate, siendo en todos los casos elástica es sensiblemente mayor en explotaciones sin mecanizar.

En cuanto a la mecanización, en plantaciones de tamaño reducido no es rentable comprar maquinaria como demuestran los bajos e incluso negativos valores de TIR encontrados. Para explotaciones menores de 12 has siempre es más rentable alquilar la maquinaria, en el entorno de precios considerados (0,60 y 1,50 €/kg).

En explotaciones mayores de 12 has el límite para adquirir maquinaria depende directamente del precio, siendo esta dependencia más patente en el caso de mecanización con elevador hidráulico. Así por ejemplo, para un precio medio habitual de 0,90 €/kg la dimensión umbral de rentabilidad es de 20.9 has para la adquisición de maquinaria, y de 34 para la compra además de elevador hidráulico.

BIBLIOGRAFÍA

CALATRAVA J, GONZÁLEZ-ROA MC 1993. Las empresas productoras de frutas tropicales en el litoral mediterráneo: algunos aspectos de su estructura y problemática. DESA. Documento de trabajo nº 40. P.45.

CALATRAVA J, GARCIA-FARACO J 1989. Análisis dinámico de rentabilidad de plantaciones de aguacate en el litoral mediterráneo. Invest. agr.: Econ., 4 (2).

CALATRAVA J, GIARDIN F 1991. Returns to scale at the spanish avocado industry: the dynamics of the productive structures. Comunicación al II Congreso Mundial de Aguacate, Abril 1991, Anaheim (California).

ANEXOS

Tabla 1 GASTOS DE PLANTACIÓN Y CULTIVO DE UNA HA DE AGUACATE

Maquinaria con elevador hidráulico

GASTOS FIJOS DE ESTRUCTURA	Euros
Maquinaria*	35189,24
Instalación sistema riego	2375,19
Mate.primas preparación plantación	2304,82
Mano de obr. y maq. prep. plantación	823,38
Almacén	1051,77
Balsa	1803,03
Total	43547,44

*tractor (18030,36 €), cuba (1652,78 €), trit. de ramos (2704,56 €), 2 mochilas pilas (150,25 €), pértiga de podar, tijeras etc.(150,25 €), elev. hidr. (12020,24 €), carretilla de 100 l (480,80 €)

GASTOS DE CULTIVO

Operaciones culturales	Años 1-3	Años 4-7	Años 8-10
Abonado	120,20	360,60	468,78
Poda + trit. de ramos	30	204,34	264,44
Riego	276,46	673,13	1232,07
Herbicidas + apl.	192,32	114,19	75,12
Aplicac. foliares	11,11	22,23	22,23
Varios	90,15	120,20	120,20
Recolección	0	240,4	338,06
TOTAL	720,24	1735,09	2520,9

Fig. 1. Evolución de la TIR para varias hectáreas en función del precio

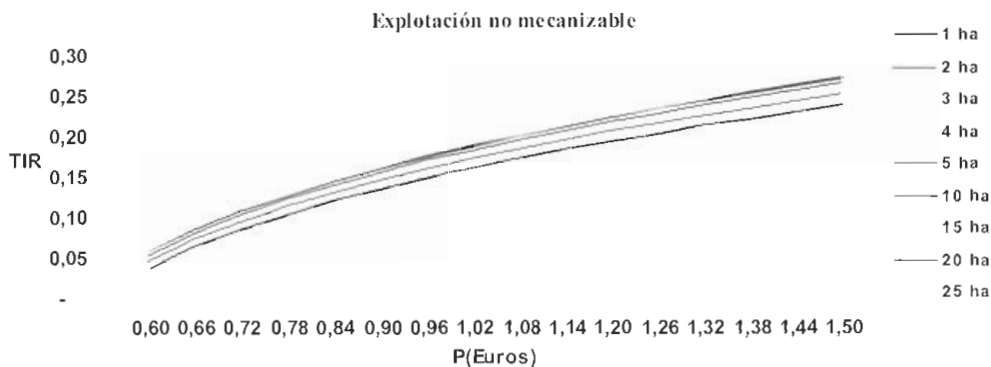


Fig. 2 Evolución de la TIR para varias hectáreas en función del precio

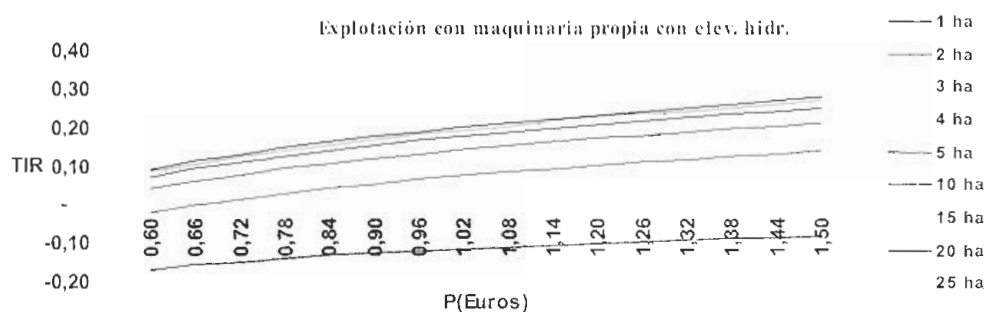


Tabla 2. Ajuste mínimo cuadrático de la rentabilidad en función de la P y S

a) Cobb-Douglas

	$-\ln K$	α	β	R^2	F	P
No Maq.	-9,78639 (-79,8125)	1,53588 (64,9899)	0,0539747 (6,51835)	93,0398	2133,09	0,0000
Maq. Alq.	-8,4839 (-132,016)	1,30676 (105,779)	0,0416917 (10,2058)	95,8002	5646,68	0,0000
Maq. propia sin elev.	-9,00592 (-86,462)	1,28913 (64,935)	0,244924 (31,6037)	91,5372	2586,14	0,0000
Maq. propia con elev.	-9,33017 (-66,3475)	1,29331 (48,3534)	0,342477 (32,4024)	87,8214	1663,17	0,0000

*Entre paréntesis el valor de t correspondiente a cada coeficiente de regresión

b) Cuadrático completo

	K	a	b	c	d	e	R^2	F	P
No Maq.	-0,219285 (-59,3192)	0,003160 (77,7753)	0,002783 (13,2853)	0,0000032 (4,00349)	-0,0000052 (-46,5911)	-0,000115 (-15,9904)	99,6424	17778,50	0,0000
Maq. Alq.	-0,177644 (-60,4787)	0,002915 (90,0039)	0,001619 (15,1867)	0,000002 (4,87249)	-0,0000046 (-51,1568)	-0,000044 (-18,6632)	99,6348	27011,56	0,0000
Maq. propia sin elev.	-0,251066 (-9,85533)	0,002471 (8,79672)	0,01406 (15,201)	0,0000083 (2,34621)	-0,000004 (-5,15231)	-0,00036 (-17,5437)	82,3396	462,58	0,0000
Maq. propia con elev.	-0,2589 (-9,53526)	0,00226 (7,56091)	0,01691 (16,5927)	0,0000094 (2,40194)	-0,0000036 (-4,39326)	-0,000439 (-18,7112)	82,1936	443,21	0,0000

Tabla 3. Valor de las elasticidades. Rentabilidad-Precio, Rentabilidad-Dimensión, en el supuesto de elasticidad constante





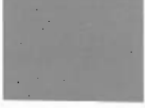


	e_p^r	e_p^r
No maquinaria	1,53	0,053
Maquinaria alquilada	1,30	0,041
Maq. propia sin elev.	1,29	0,244
Maq. propia con elev.	1,29	0,342

INDICE DE AUTORES / AUTHOR INDEX

- Aedo M., 123
 Aguilera Montañéz J.L., 317, 401, 461
 Aguirre C., 787
 Aguirre P.S., 365
 Aguirre Paleo S., 825
 Alcantar Rocillo J.J., 317, 323, 461
 Alderson P.G., 69
 Allen A., 793
 Amador Seco M., 701
 Ángel-Palomares E., 89, 103
 Anguiano Contreras J., 317, 323, 461
 Ávila-Quezada G., 467, 585, 591
 Aycicegi-Lowengart A., 349
 Baranowski R.M., 495, 503
 Barceló-Muñoz A., 83, 97, 167, 537
 Bárcenas O.A.E., 365
 Bárcenas Ortega A.E., 825
 Barnett A., 203
 Barrientos P. A., 21
 Beard M., 251
 Becker D., 47
 Ben-Ya'acov A., 13, 21, 27, 35, 149, 155
 Bertuglia A., 845
 Bezuidenhout J., 617
 Billing D., 665
 Biscegli C.I., 695
 Bonales J., 817
 Botha A., 567
 Bravo-Mojica H., 473, 477, 481, 509
 Brokaw R., 409
 Bruwer A.T., 227
 Bufler G., 27, 35
 Burdon J., 665
 Burmeister D., 665
 Cabezas C., 231, 237
 Calatrava Requena J., 209, 831, 845
 Campbell A.M., 713
 Cantuarias T., 267
 Carlini B., 311
 Castañeda-González E.L., 473, 477
 Castellanos R.J.Z., 401
 Castro M., 123, 155
 Chang T.L., 55, 243
 Chávez-León G., 323
 Chen I-Z., 55, 243
 Chibi P., 617
 Coria Avalos V.M., 317, 323, 461
 Cortés S., 295
 Cruz F.S., 401
 Cuevas J., 231, 237
 Cutting J.G.M., 623, 629, 635, 647, 773
 Czepulis Casares J.A., 787
 da Silva W.T.L., 695
 da Silveira S.V., 415
 Darrouy N., 123, 155
 Davenport T.L., 221
 de Souza P.V.D., 415
 del Moral-Navarrete L., 519, 525
 Díaz Hernández S., 61, 573
 Dixon J., 623, 629, 635, 647
 Domínguez Correa P., 61, 573
 Dorantes L., 761
 Downer A.J., 719
 Duncan R., 503
 Durigan J.F., 695
 Duvenhage J.A., 579
 Efendi D., 111, 115
 Elmsly T.A., 623, 629, 647
 Everett K.R., 601
 Faber B., 203, 561
 Faber B.A., 439, 719
 Farré J.M., 135, 161, 177, 191, 195, 289, 295, 301, 305, 381, 387, 549, 671
 Fassio C., 123, 155
 Fernández Vera B.A., 787
 Fichet T., 359
 Frías H., 779
 Fuentes-Fiallo V.R., 39
 Fuentes-Lorenzo J.L., 47, 73
 Gallo Llobet L., 61, 573
 García J.D., 707
 García-Cañizares V.M., 409
 García González J.D., 701
 Gardiazabal F., 267, 329
 Gasca Vazquez I., 115
 Gimeno H., 181, 185
 Glenn H., 495, 503
 Gómez R., 273
 Gómez-Lim M.A., 89, 115
 González F., 267
 González-Arencia C., 47
 González-García G.L., 39
 González-Hernández H., 467, 473, 477, 481, 509
 González-Herrera A., 449
 Goren M., 13
 Granger C., 359
 Guajardo S., 659
 Guerra-Torrez M., 73

- Guillén-Andrade H., 89, 103
 Guirado E., 191, 209, 301, 845
 Guzman R., 199
 Guzmán Aguirre D., 825
 Hermoso J.M., 135, 161, 177, 195, 289, 295, 305, 381, 387, 549, 671
 Hernández F., 607
 Homsky S., 803
 Hough A., 567
 Howarth M.S., 679, 687
 Huanosto M.F., 365
 Hueso J.J., 231, 237
 Imbroda I., 167, 537
 Ioannides Y., 679, 687
 Jaime S., 387
 Jiménez Izarraraz M.P., 811
 Johansen-Naime R., 467
 Johansen-Naime R. M., 455, 473, 477, 481, 735
 Johnston P.R., 601
 Jong T-M., 243
 Jurado F., 167
 Jurado I., 167
 Koller O.C., 415
 Kremer-Köhne S., 129, 555
 Kruger F.J., 611, 617, 641
 Lahav E., 349
 Lallu N., 665
 Lara Chavez B.N., 317
 Lazcano-Ferrat I., 373
 Legua P., 607
 Lemmer D., 611, 617
 Letsoalo L., 617
 Ling P., 769
 Litz R.E., 111, 115, 119
 Liu C-A., 55
 Llobell A., 725
 López J.C., 161
 López-Collado J., 509
 López-Herrera C.J., 519, 525, 531, 537, 543
 Lu M-T., 55, 243
 Magdahl C., 267, 329
 Malumane T.R., 617
 Mandemaker A.J., 623
 Márquez-Martín B., 83, 97
 Martínez J., 257
 Martínez J.J., 257
 Martínez R., 181, 185, 257, 283, 607
 Martínez-Valero R., 181, 185, 257, 283, 607
 Mathumbu J.M., 641
 McNeil R., 199, 251, 253, 263
 Medders D., 199
 Medina D., 273
 Melgarejo P., 283
 Mena F., 267, 329
 Menge J.A., 719
 Michelson E., 149
 Mojica-Guzmán A., 455, 481
 Mokgalabone M L, 129
 Molina E.J., 365
 Monte E., 725
 Mora R., 761
 Mora-Aguilera G., 585
 Morales-Galvan O., 509
 Morales-García J.L., 461, 735
 Moreno R., 549
 Mukhumo M L, 555
 Mulo S.F., 343
 Navarro J., 817
 Newett S.D.E., 343
 Nxundu Y., 617
 Ochoa-Martínez D.L., 473, 477
 Oevering P., 439
 Olaeta J.A., 653, 659, 749, 755
 Olalla L., 167
 Opazo G., 653
 Ortega Tovar M.A., 741
 Ortiz A., 761
 Padilla, C.M., 445
 Pak H.A., 623, 629, 635, 647
 Parkes S.L., 601
 Parodi G., 311
 Parsons G., 263
 Partida G.J., 395
 Pedraza O., 817
 Pellegrini R., 185
 Peña J.E., 487, 495, 503
 Perán-Quesada R., 83, 97
 Pérez de Oteyza M.A., 305
 Pérez Jiménez R.M., 531, 537, 543, 549
 Pérez Zárate S., 573
 Phillips P.A., 439
 Pidduck W., 253
 Pliego-Alfaro F., 83, 97, 537
 Power J.B., 69
 Prieto-Miranda E., 73
 Raharjo S., 115, 119
 Raithatha C., 679
 Ramírez-Pérez I.M., 39, 47, 73
 Ramokone P., 617
 Raya R.G., 409

- Razeto B., 359
Rees-George J., 601
Rengrudkij P., 395
Ríos Castaño D., 143
Robbertse P.J., 227
Rocha A.J.L., 401
Rocha L., 409
Rodríguez-Medina N.N., 39, 47, 73
Rodríguez Pérez A., 61, 573
Rodríguez-Rodríguez J.A., 39
Rohde W., 47
Román-Gutierrez M.A., 47
Romero J., 181
Rosales J.J., 311
Rose L.S., 171
Ruano-Rosa D., 519, 525
Ruiz-Corral J.A., 323
Salazar D., 283
Salazar-García S., 373
Salgado-Garciglia R., 89, 103
Sanches J., 695
Sánchez-Romero C., 83, 97
Santiago T., 761
Santiago-Hernández L., 73
Sayadi S., 209, 831
Schaffer B., 335
Schwartz M., 755
Schwarz S.F., 415
Sekhune S., 617
Sela I., 149
Sepúlveda M., 755
Shmulevich I., 679, 687
Simões M.L., 695
Siverio de la Rosa F., 61, 573
Skinner J.E., 567
Smith D.B., 623, 629, 647
Snijder B., 641
Solís-Aguilar J.F., 473, 477, 735
Solis-Molina A., 27, 35
Soria J.T., 161, 167, 295
Sourd-Martínez D.G., 39
Spiers M., 561
Suarez I., 115
Taah K.T., 69
Tafur Reyes R., 143
Talavera C. M., 445
Tapia Vargas L.M., 317, 401, 461
Téliz-Ortiz D., 467, 585, 591
Thorp G., 203
Tijerina-Chávez L., 591
Tomer E., 13
Torres M.D., 195, 289, 381, 387
Undurraga P., 653, 659, 755
Valdés-Carbonel Y., 73
Valle de la Paz A.R., 455, 481
Valle de la Paz M., 455, 481, 735
Vaquera-Huerta H., 467, 591
Velázquez-Palenzuela J.B., 39, 47, 73
Vidales-Fernández I., 89, 103
Vidales Fernández J.A., 317, 461
Villegas-Monter A., 509
Vivar J.L., 167
Waite G.K., 515
Webb K., 515
Webb M., 515
Whiley A.W., 267, 335
Wilhelmy C., 267, 329
Willis A., 579
Windler J., 273
Witjaksono, 115
Wolk Ch., 797
Xiqués-Martín X., 47
Yearsley C.W., 665
Zea Bonilla T., 531, 537, 543, 549
Zilberstaine M., 13

AGRICULTURA	
GANADERÍA	
PESCA Y ACUICULTURA	
POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIAS	
FORMACIÓN AGRARIA	
CONGRESOS Y JORNADAS	
R.A.E.A.	



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca