

# RAEA

RED ANDALUZA DE EXPERIMENTACIÓN AGRARIA



## **Naranja pelada y envasada**

**2006 - 2007**

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA**

# R.A.E.A.

RED ANDALUZA DE EXPERIMENTACIÓN AGRARIA

**Naranja pelada y envasada**

**2006-2007**



*Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera*  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA**

**R.A.E.A. NARANJA PELADA Y ENVASADA. CAMPAÑA 2007**

© Edita: JUNTA DE ANDALUCÍA.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.

Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica: Secretaría General Técnica. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

© Textos: Autores.

© Fotos: Autores.

Colección: R.A.E.A

Depósito Legal: SE-2799-2008

Maquetación e Impresión: Ideas, Exclusivas y Publicidad, S.L.

# ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                              | <b>13</b> |
| <b>METODOLOGÍA DE LOS ENSAYOS</b> .....                | <b>15</b> |
| 1.- Variedades .....                                   | 15        |
| 2.- Pelado .....                                       | 15        |
| 3.- Tratamiento .....                                  | 16        |
| 4.- Preparación de la mezcla de gases y envasado ..... | 17        |
| 5.- Controles de laboratorio .....                     | 18        |
| 6.- Respiración del fruto .....                        | 19        |
| 7.- Diseño del envase .....                            | 19        |
| <b>RELACIÓN DE ENSAYOS</b> .....                       | <b>20</b> |
| <b>RESULTADOS DE LOS ENSAYOS</b> .....                 | <b>21</b> |
| Ensayo 1 .....   | 21        |
| Ensayo 2 .....   | 24        |
| Ensayo 3 .....   | 28        |
| Ensayo 4 .....   | 31        |
| Ensayo 5 .....   | 35        |
| Ensayo 6 .....   | 38        |
| <b>DISCUSIÓN GENERAL</b> .....                         | <b>41</b> |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Pelado manual y pelado enzimático . . . . .   | 16 |
| Figura 2. Naranjas peladas manualmente . . . . .  | 16 |
| Figura 3. Mezcladora y envasadora . . . . .   | 17 |
| Figura 4. Producto envasado . . . . .   | 17 |
| Figura 5. Controles de laboratorio . . . . .  | 18 |
| Figura 6. Oxímetro . . . . .  | 19 |
| Figura 7. Evolución de los parámetros de sólidos<br>solubles y acidez titulable durante el almacenamiento . . . . .   | 21 |
| Figura 8. Recuento de mohos y levaduras y de aerobios mesófilos . . . . .   | 22 |
| Figura 9. Evolución de los parámetros de sólidos<br>solubles y acidez titulable durante el almacenamiento . . . . .   | 24 |
| Figura 10. Recuento de mohos y levaduras y de aerobios mesófilos . . . . .  | 25 |
| Figura 11. a- Promedios de la valoración sensorial<br>del aroma en las muestras del ensayo según<br>atmósfera de envasado utilizada y control (t1; t2; t3)<br>b- Promedios de la valoración sensorial del sabor<br>según atmósfera de envasado y tratamiento<br>(Con Sorbato-Sin Sorbato) en el primer<br>control (6 días) del ensayo . . . . . | 27 |
| Figura 12. Evolución de los parámetros de sólidos solubles<br>y acidez titulable durante el almacenamiento . . . . .  | 28 |
| Figura 13. Recuento de mohos y levaduras y de aerobios mesófilos . . . . .  | 29 |
| Figura 14. Promedios de la valoración sensorial del aroma<br>y del sabor en las muestras según atmósfera de<br>envasado utilizada y control (t1; t2; t3) . . . . .  | 30 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 15. Evolución de los parámetros de sólidos solubles y acidez titulable durante el almacenamiento . . . . .  | 31 |
| Figura 16. a- Recuento de mohos y levaduras según atmósfera;<br>b- Recuento de aerobios mesófilos según atmósfera;<br>c- Pérdida de Peso a los 21 días según atmósfera. . . . .  | 32 |
| Figura 17. Promedios de la valoración sensorial del aroma y del sabor en las muestras según atmósfera de envasado utilizada, tratamiento y control (t1; t2; t3) . . . . .  | 34 |
| Figura 18. Evolución de los parámetros de sólidos solubles y acidez titulable durante el almacenamiento . . . . .  | 35 |
| Figura 19. Promedios de la valoración sensorial del aroma y del sabor en las muestras según atmósfera de envasado utilizada, tratamiento y control (t1; t2; t3) . . . . .  | 37 |
| Figura 20. Evolución de la actividad respiratoria (ml/kg h) del fruto durante 28 días de almacenamiento a 4°C según la concentración de O <sub>2</sub> y de CO <sub>2</sub> . . . . .  | 38 |
| Figura 21. Evolución del índice de consumo de oxígeno residual en diferentes tipos de envase durante 18 días de almacenamiento a 4°C respecto al valor inicial y por kilogramo de naranja envasada . . . . .                 | 39 |
| Figura 22. Evolución del incremento de anhídrido carbónico residual en diferentes tipos de envase durante 18 días de almacenamiento a 4°C respecto al valor inicial y por kilogramo de naranja envasada . . . . .            | 39 |
| Figura 23. Permeabilidad (ml/cm <sup>2</sup> /h) necesaria en el material de un envase para obtener un contenido en oxígeno próximo al 12,5% en equilibrio según superficie del envase y peso de la fruta envasada . . . . . | 40 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Tipos de plástico y sus valores característicos de permeabilidad al vapor de agua, oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono . . . . .   | 14 |
| Tabla 2. Relación de ensayos realizados . . . . .   | 20 |
| Tabla 3. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t4), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= nº de muestras en el control inicial; nt1-4= nº de muestras en los controles uno a cuatro) . . . . .                       | 22 |
| Tabla 4. Resultados de recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t4), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa en las muestras con Sorbato (Con) y sin Sorbato. (n= nº de muestras) . . . . .                                   | 23 |
| Tabla 5. Resultados de recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t4), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa en las muestras según la atmósfera (O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> ) de envasado. (n= nº de muestras) . . . . . | 23 |
| Tabla 6. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= nº de muestras en el control inicial; nt1-4= nº de muestras en los controles uno a cuatro) . . . . .                       | 25 |
| Tabla 7. Resultados de recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa en las muestras con Sorbato (Con) y sin Sorbato. (n= nº de muestras) . . . . .                                   | 26 |
| Tabla 8. Resultados de recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa en las muestras según la atmósfera (O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> ) de envasado. (n= nº de muestras) . . . . . | 26 |



|  |    |
|--|----|
| Tabla 9. Valoración del aroma según atmósfera utilizada y control (t1; t2; t3) y del sabor según atmósfera y tratamiento (Con Sorbato-Sin Sorbato) a los 6 días de envasado; coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> ) de envasado. (n= n° de muestras; c=n° de catadores) . . . . . | 27 |
| Tabla 10. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= n° de muestras en el control inicial; nt1-4= n° de muestras en los controles uno a cuatro) . . . . .   | 29 |
| Tabla 11. Recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS). (n= n° de muestras) . . . . .   | 29 |
| Tabla 12. Valoración del aroma y sabor según atmósfera utilizada y control (t1; t2; t3); coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> ) de envasado. (n= n° de muestras; c=n° de catadores) . . . . .   | 30 |
| Tabla 13. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= n° de muestras en el control inicial; nt1-4= n° de muestras en los controles uno a cuatro) . . . . .   | 32 |
| Tabla 14. Recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) entre ambas atmósferas de envasado empleadas. (n= n° de muestras) . . . . .  | 33 |
| Tabla 15. Recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) según el empleo de tratamiento. (n= n° de muestras) . . . . .  | 33 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 16. Pérdida de peso a los 21 días de almacenamiento, coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) según la atmósfera empleada. (n= nº de muestras) . . . . .  | 33 |
| Tabla 17. Valoración del aroma y sabor según atmósfera utilizada y control (t1; t2; t3); coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> ) de envasado. (n= nº de muestras; c=nº de catadores) . . . . .   | 34 |
| Tabla 18. Valoración del aroma y sabor según tratamiento utilizado y control (t1; t2; t3); coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> ) de envasado. (n= nº de muestras; c=nº de catadores) . . . . . | 34 |
| Tabla 19. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= nº de muestras en el control inicial; nt1-4= nº de muestras en los controles uno a cuatro) . . . . .   | 36 |
| Tabla 20. Pérdida de peso (%) en los controles realizados (t1 a t3) según atmósfera de envasado . . . . .  | 36 |
| Tabla 21. Recuentos de Aerobios Mesófilos y Mohos y Levaduras a los 20 días del envasado . . . . .   | 36 |
| Tabla 22. Valoración del aroma y sabor según tratamiento utilizado y control (t1; t2; t3); coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> ) de envasado. (n= nº de muestras; c=nº de catadores) . . . . . | 37 |



## **RESPONSABLES DEL ENSAYO**

### **RESPONSABLE DE LA RED**

Jesús Pérez Aparicio (\*)

### **RESPONSABLE DE LOS DISTINTOS ENSAYOS**

Jesús Pérez Aparicio (\*)

Victoria Lafuente Rosales (\*)

### **COLABORADORES**

M. Ángeles Toledano Medina (\*)

Álvaro Zamora Ortega (\*\*)

Lidia López García(\*\*)

Vanesa Rodríguez Partida (\*)

(\*) INSTITUTO ANDALUZ DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN AGRARIA, PESQUERA, ALIMENTARIA Y DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA (I.F.A.P.A)

(\*\*) ZAMEXFRUIT, S.L



## COMENTARIOS A LA RED DE ENSAYOS

El Área de Tecnología, Poscosecha e Industrias Agroalimentarias reúne a un grupo de Centros del IFAPA con instalaciones para el desarrollo de productos alimentarios y que cuentan además con una importante conexión con el sector profesional. A través del Proyecto TRANS-FORMA “Calidad, Inocuidad y Optimización de Procesos y Productos Alimentarios”, nace el Programa Andaluz de Experimentación Alimentaria.

Las acciones de Experimentación Alimentaria fueron seleccionadas por su carácter innovador y por la posibilidad de transferir los resultados de cada ensayo a empresas del sector.

Las frutas listas para el consumo son una novedad en el mercado, sin embargo presentan dificultades para preservar su frescura y calidad. Las operaciones para la obtención de estos productos desencadenan cambios en la calidad de los mismos, por lo que es necesario ensayar las condiciones que permitan la mejor conservación de los productos frescos cortados.

## INTRODUCCIÓN

Se entiende por “producto listo para el consumo” el elaborado con hortalizas y frutas frescas sin transformar y envasadas para su consumo, generalmente peladas y/o troceadas. Un producto fresco cortado de buena calidad tendrá apariencia fresca, textura aceptable, buen sabor y olor, seguridad microbiológica y vida útil suficiente para su distribución. El Reglamento 2073/2005 de la Comisión junto con el Real Decreto 3484/2000 introducen el concepto de alimentos listos para consumir y establecen los niveles microbiológicos exigidos a estos productos: Aerobios mesófilos:  $10^5$  ufc/g; E. Coli:  $10^2$  ufc/g; Salmonella: ausencia en 25 gr; Listeria:  $10^2$  ufc/g.

Las frutas frescas cortadas se deterioran rápidamente con numerosos cambios físicos y fisiológicos. Por tanto su preparación se basa principalmente en proteger al producto frente a estos cambios o evitarlos en su caso. Se envasan con atmósfera modificada, que puede ser pasiva o activa. En el envasado pasivo la atmósfera se modifica por la interacción entre la respiración del fruto y la permeabilidad del plástico de envasar y en la activa la atmósfera se modifica evacuando el aire del interior e inyectando una mezcla de gases definida. Los gases más utilizados son oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno. El oxígeno se suele reducir para frenar la actividad metabólica del fruto, el dióxido de carbono se emplea como bacteriostático y fungistático además de reducir también la actividad metabólica del fruto, y el nitrógeno se usa principalmente para desplazar al oxígeno. Se han descrito también tratamientos químicos como la disolución de sorbato potásico al 0,2% o la disolución de ácido cítrico a distintas concentraciones para reducir la contaminación microbiológica. Sin embargo y según la reglamentación vigente de aditivos en los productos frescos envasados no se contempla el uso de sorbato potásico.

Otro factor de importancia es la permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono de los plásticos de envasar. Los plásticos presentan una permeabilidad selectiva a cada uno de los gases que introducimos en el interior del envase. Existen numerosos tipos de material plástico (PET, PP, PE, PVC,...) que se eligen en función de la tasa respiratoria del fruto u hortaliza a envasar, de su peso, del tamaño del envase, de la cantidad de oxígeno que deseamos mantener en el interior del envase y de la temperatura y humedad relativa de almacenamiento del producto. Se muestran a continuación valores de permeabilidad al vapor de agua y a los gases de algunos tipos de plásticos. La permeabilidad del plástico depende también de la Temperatura (a  $<T^a$  se reduce la permeabilidad) y en menor grado de la Humedad Relativa de almacenamiento y de su grosor que se suele expresar en micras ( $\mu$ ).

**Tabla 1. Tipos de plástico y sus valores característicos de permeabilidad al vapor de agua, oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono.**

| Plástico 25 $\mu$                | Perm. ( $g/m^2 \cdot 24h$ )<br>38°C/90%HR | Perm. ( $cm^3/m^2 \cdot 24h \cdot atm$ ) 25°C |                |                 |
|----------------------------------|---|---|----------------|-----------------|
|                                  | Vapor de agua                             | O <sub>2</sub>                                | N <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> |
| Políéster orientado (PET)        | 25-30                                     | 50-130  | 15-18          | 180-390         |
| Polietileno baja densidad (LDPE) | 18  | 7800  | 2800           | 42000           |
| Polietileno alta densidad (HPDE) | 7-10                                      | 2600  | 650            | 7600            |
| Polipropileno fundido (PP)       | 10-12                                     | 3700  | 680            | 10000           |
| Polipropileno orientado (PP)     | 6-7                                       | 2000  | 400            | 8000            |
| Polipropileno orientado + PVdC   | 4-5                                       | 10-20   | 8-13           | 35-50           |
| PVC rígido                       | 30-40                                     | 150-350                                       | 60-150         | 450-1000        |

Finalmente se han de considerar características propias de la fruta a envasar: su peso y presentación, su tasa respiratoria, si su maduración es climatérica, su índice de madurez, y la textura del fruto principalmente. La textura del fruto es importante porque cuanto más firme más se minimizan los daños mecánicos durante la manipulación y distribución. La combinación de todos estos factores junto con la temperatura-humedad relativa de almacenamiento-distribución determinarán el tiempo de vida útil del producto.

Para el diseño del producto es fundamental el cálculo de la tasa respiratoria mediante un sistema cerrado, de flujo o abierto. Seguidamente se determina la permeabilidad idónea para mantener una determinada cantidad de oxígeno en equilibrio en el envase según el peso del producto envasado. Una vez que se dispone de un modelo adecuado se podrá predecir y validar el comportamiento del producto en un envase determinado.

El objetivo de estos ensayos es el desarrollo de la naranja "lista para consumir" envasada en diferentes condiciones de atmósfera modificada activa, tamaño de envase y el efecto del uso de distintos tratamientos químicos: sorbato potásico (0,2%) y ácido cítrico aplicados en el producto por aspersión.

## METODOLOGÍA DE LOS ENSAYOS

### 1. VARIEDADES

Se utilizaron las siguientes variedades de naranja en los diferentes ensayos:

**Navelina:** La corteza es de espesor medio (6-8 mm) y se separa fácilmente de la pulpa. El albedo es ligeramente compacto de color blanco. Con ombligo. La pulpa es de color naranja de sabor agradable y jugoso. Sin semillas. Rendimiento en zumo del 32-35%. Su periodo de recolección se extiende aproximadamente desde el 15 de Octubre al 15 de Enero.

**Salustiana:** De corteza fina (4 mm) y fácil pelado. Sin ombligo. La pulpa es de color naranja y sabor dulce y prácticamente no tiene semillas. Tiene un alto contenido en zumo (37%). Su periodo de recolección se extiende aproximadamente desde el 15 de Diciembre al 15 de Marzo.

**Valencia:** La corteza es fina (3-5 mm) y fácil pelado. Sin ombligo. La pulpa es de color naranja de aroma excelente y sabor ligeramente ácido. Los frutos prácticamente carecen de semillas. Con alto contenido en zumo (38-42%). Su periodo de recolección se extiende aproximadamente desde el 20 de Marzo al 30 de Mayo.

### 2. PELADO

Las naranjas se lavaron y a continuación se pelaron mediante técnica de prepelado consistente en sumergirlas en un baño de agua a 50°C durante 10 minutos, para facilitar su pelado posterior que se realizó en sala refrigerada a 12°C para preservar las medidas higiénicas adecuadas. El uso de máquinas peladoras de naranja presenta el inconveniente de que dañan el producto en su superficie reduciendo en gran medida su vida útil. Consisten en rodillos cortantes que eliminan la piel y el albedo del fruto mientras éste gira en torno a su eje a una determinada velocidad. La dificultad principal radica en la diferencia de grosor de la cáscara entre unas naranjas y otras.

También se puede facilitar el pelado mediante la infusión de enzimas pectinasas en baño de agua a 90°C de la fruta rayada previamente. Esta técnica suele aplicarse con presión para facilitar la penetración de las enzimas. Aunque es mucho menos agresiva que el pelado con máquina también puede dañar ligeramente la piel del fruto y éste presenta una imagen descarnada (ver Foto 1). Esta técnica (Stanley, 1996) tiene la ventaja añadida de eliminar amargor de la naranja al localizarse la enzima A-monolactona-deshidrogenasa en el albedo principalmente.





Figura 1. Pelado manual y pelado enzimático



Figura 2. Naranjas peladas manualmente

### 3. TRATAMIENTO

Se probaron dos opciones de tratamiento químico para comprobar su efecto en los recuentos microbiológicos y en la vida útil del producto junto a opciones que no incluían ningún tipo de tratamiento. Se probaron los siguientes tratamientos:

- a) Solución de Sorbato Potásico (0,2%).
- b) Solución Ácido Cítrico (0,5%).

#### 4. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE GASES Y ENVASADO

Se emplearon bombonas con la mezcla de gases idónea y también se utilizó una estación mezcladora con depósito o pulmón contenedor de las mezclas ya elaboradas. La estación mezcladora se conectó a la máquina envasadora empleada (ver Figura 3). En la estación mezcladora se prepararon las diferentes mezclas empleadas mediante rotámetros para especificar el flujo de cada gas y sensores de medición del gas en continuo. Una vez obtenida la mezcla de gases se realizó el envasado del producto.

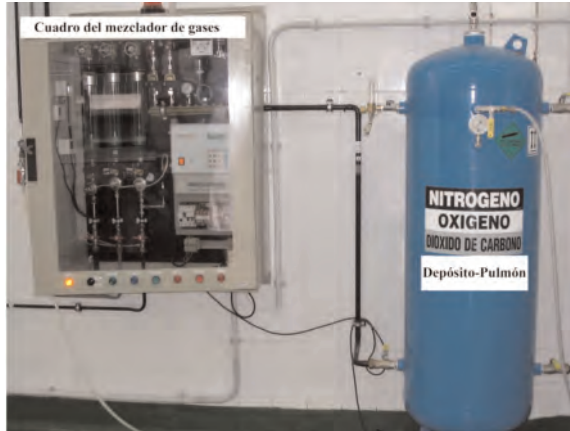


Figura 3. Mezcladora y envasadora

En los ensayos se utilizaron tres tipos de plástico para el envasado:

- Poliéster saranizado: Permeabilidad al  $O_2$  de  $8 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$ , permeabilidad al vapor de agua de  $8 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$  y espesor  $113\mu$ .
- Polipropileno ( $50\mu$ ) + Poliester ( $12\mu$ ).
- Polipropileno biorientado ( $30\mu+40\mu$ ).

Se emplearon bolsas flexibles de poliéster (PET) saranizado y tarrinas de polipropileno (PP) con plástico de PP( $50 \mu$ )+PET( $12 \mu$ ).



Figura 4. Producto envasado

## 5. CONTROLES DE LABORATORIO

Una vez envasado el producto se almacenó en una cámara frigorífica a 3-4°C y 90-95%HR. Semanalmente se hicieron las siguientes determinaciones en los diferentes controles del producto.

- Sólidos solubles: mediante lecturas en refractómetro digital.
- Merma: Las muestras se pesaron durante el almacenamiento con una balanza de precisión y la merma se calculó por diferencia de pesadas.
- Acidez titulable. Se realizó mediante valoración potenciométrica con disolución de NaOH 0,2N hasta pH=8,1 en 25 mL de zumo extraído de las muestras. Los cálculos se expresan en gramos de ácido cítrico/100mL.
- Aerobios mesófilos, hongos y levaduras: mediante siembra en medios de cultivo, incubación a 31°C/72h (aerobios mesófilos) y a 25°C/5 días (mohos y levaduras), y recuento.
- Análisis Sensorial: las muestras se valoraron mediante pruebas de preferencia de los atributos de sabor y olor usando una escala de 5 puntos (5= como recién pelada; 4= con ligeros matices extraños pero comercialmente viable; 3= matices extraños, límite de comerciabilidad; 2= anómalo; 1= muy anómalo). En el primer ensayo no se valoraron sensorialmente las muestras por desconocer el comportamiento microbiológico del producto.



Figura 5. Controles de laboratorio

## 6. RESPIRACIÓN DEL FRUTO

La respiración del fruto ( $RR_{O_2}$ ) ( $ml\ kg^{-1}\ h^{-1}$ ) se obtuvo ajustando una función de tercer grado a los valores de  $O_2$  y  $CO_2$  medidos en una cámara estanca con dos naranjas peladas en su interior y almacenadas en refrigeración ( $4^\circ C$ ) durante 28 días.

$$[O_2] = at^3 + bt^2 + ct + d$$

$$[CO_2] = at^3 + bt^2 + ct + d$$

Una vez ajustada la función, la primera derivada de la misma fue calculada, incorporando el peso del fruto ( $W$ ) y el volumen libre o espacio de cabeza ( $V$ ) de la cámara estanca.

$$d[O_2]/dt = 3at^2 + 2bt + c$$

$$RR_{O_2} = (3at^2 + 2bt + c)W - 1V$$



Figura 6. Oxímetro

## 7. DISEÑO DEL ENVASE

Para especificar las condiciones de permeabilidad y superficie del envase según el peso del fruto se utilizó la expresión que se cumple en todo envasado en atmósfera modificada una vez alcanza el equilibrio y que se basa en la Ley de Fick de difusión de los gases. En un envasado fresco en atmósfera protectora una vez se alcanza el equilibrio se cumple la siguiente expresión:

$$PO_2 A (0.208 - [O_2]_p) = RR_{O_2} W$$

donde  $PO_2$  es la permeabilidad del material utilizado,  $A$  es la superficie de intercambio y  $[O_2]_p$  es el porcentaje de oxígeno en el interior del envase.

## RELACIÓN DE ENSAYOS

Se realizaron 6 ensayos con diferentes variedades. En la tabla siguiente se muestra para cada ensayo, el tratamiento aplicado, el tipo de envase, el número de muestras y la atmósfera activa de envasado utilizada.

**Tabla 2. Relación de ensayos realizados**

| Muestra                   | Tratamiento    | Envase  | Material | N  | Atm (CO <sub>2</sub> -O <sub>2</sub> ) |           |
|---------------------------|----------------|---------|----------|----|--|-----------|
| Mitades<br>(Navelina sp)  | Sorbato (0,2%) | Bolsa   | PET+Sar  | 12 | 5% - 5%                                |           |
|                           |                |         |          | 12 | 10% - 5%                               |           |
|                           | -              |         |          |    | 12                                     | 15% - 5%  |
|                           |                |         |          |    | 12                                     | 5% - 5%   |
|                           |                |         |          |    | 12                                     | 10% - 5%  |
|                           |                |         |          |    | 12                                     | 15% - 5%  |
| Gajos<br>(Salustiana sp)  | Sorbato (0,2%) | Bolsa   | PP+PET   | 30 | 15% - 5%                               |           |
|                           |                |         |          | 30 | 15% - 11%                              |           |
|                           | -              |         |          |    | 30                                     | 15% - 15% |
|                           |                |         |          |    | 30                                     | 15% - 5%  |
|                           |                |         |          |    | 30                                     | 15% - 11% |
|                           |                |         |          |    | 30                                     | 15% - 15% |
| Entera<br>(Salustiana sp) | Sorbato (0,2%) | Bolsa   | PP+PET   | 15 | 15% - 16%                              |           |
|                           |                |         |          | 14 | 10% - 18%                              |           |
| Entera<br>(Valencia Late) | -              | Tarrina | PP+PET   | 12 | 14% - 7%                               |           |
|                           |                |         |          | 12 | 14% - 10%                              |           |
|                           | Cítrico (0,5%) |         |          |    | 12                                     | 14% - 7%  |
|                           |                |         |          |    | 12                                     | 14% - 10% |
| Entera<br>(Salustiana sp) | -              | Tarrina | PP+PET   | 15 | 15% - 10%                              |           |
| Entera<br>(Salustiana sp) | -              | Tarrina | PET+Sar  | 15 | 12% - 10%                              |           |
|                           |                |         | PP+PET   | 15 | 12% - 10%                              |           |
|                           |                |         | PP       | 15 | 12% - 10%                              |           |

PET+Sar (Poliéster Saranizado); PP+PET(Polipropileno+Poliéster); PP(Polipropileno)

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

### ENSAYO 1

**VARIEDAD:** Navelina  
**INDICE MADUREZ (SS/Acidez):** 9,2  
**MATERIAL:** PET Saranizado  
**ATMÓSFERA ACTIVA:**  
 5% CO<sub>2</sub>-5%O<sub>2</sub>;  
 10% CO<sub>2</sub>-5%O<sub>2</sub>;  
 15% CO<sub>2</sub>-5%O<sub>2</sub>  
**FORMATO:** Bolsa con mitades  
**TRATAMIENTO:**  
 Sorbato Potásico 0,2%  
 Sin tratamiento



En el ensayo 1 se utilizaron mitades de naranjas var. Navelina (índice de madurez = 9,17), a la mitad de las cuales se les aplicó un tratamiento de Sorbato Potásico en solución al 0,2%. Se envasaron en bolsas de plástico (PET saranizado) con tres atmósferas de envasado que diferían en el porcentaje de CO<sub>2</sub>.

La figura siguiente muestra la evolución de los valores obtenidos de sólidos solubles y de acidez titulable según la atmósfera empleada. Se observó en todos los casos un incremento de sólidos solubles durante el almacenamiento, mientras que la acidez descendió inicialmente con alzas posteriores durante el almacenamiento.

El incremento en sólidos solubles obtenido a los 6 días de envasado fue mayor en las muestras con menor porcentaje de CO<sub>2</sub>. La acidez obtenida en estas muestras (5% CO<sub>2</sub>) a partir del primer control (6 días) fue incrementándose sucesivamente hasta el último control a los 27 días de envasado.

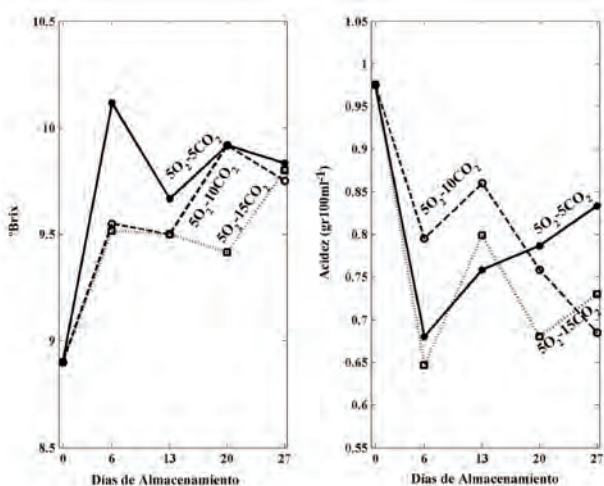


Figura 7. Evolución de los parámetros de sólidos solubles y acidez titulable durante el almacenamiento.

En la tabla siguiente se muestran los resultados representados en la figura anterior con los valores de diferencia mínima significativa (DMS) según Tuckey ( $p < 0,05$ ), que expresa el valor mínimo entre dos valores para que sean significativamente diferentes con una determinada probabilidad (p) de error. También se muestra el coeficiente de variación del ensayo (CV), que es la medida de estimación de su variabilidad. Coeficientes de variabilidad bajos indican baja variabilidad. Los resultados de Brix del primer control (t1) en los envases con 5% de CO<sub>2</sub> subieron significativamente respecto a los obtenidos en el control inicial (t0). El descenso de acidez en el primer control también fue significativo respecto al control inicial en todas las muestras.

**Tabla 3. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t4), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (n<sub>t0</sub>= n° de muestras en el control inicial; n<sub>t1-4</sub>= n° de muestras en los controles uno a cuatro)**

| Brix (nt0=10; nt1-4=6) |      |       |       |       |       |       |      |
|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Gas(%)                 | t0   | t1    | t2    | t3    | t4    | CV(%) | DMS  |
| 50z-5CO <sub>2</sub>   | 8,9a | 10,1b | 9,7ab | 9,9ab | 9,8ab | 8,7   | 1,2  |
| 50z-10CO <sub>2</sub>  |      | 9,5a  | 9,5a  | 9,9a  | 9,7a  | 10,3  | 1,61 |
| 50z-15CO <sub>2</sub>  |      | 9,5ab | 9,5ab | 9,4ab | 9,8b  | 5,9   | 0,8  |

| Acidez (nt0=10; nt1-4=6) |       |        |        |        |        |       |      |
|--------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| Gas(%)                   | t0    | t1     | t2     | t3     | t4     | CV(%) | DMS  |
| 50z-5CO <sub>2</sub>     | 0,97a | 0,68b  | 0,76b  | 0,79b  | 0,83ab | 17,8  | 0,18 |
| 50z-10CO <sub>2</sub>    |       | 0,79bc | 0,86ab | 0,76bc | 0,68c  | 17,1  | 0,17 |
| 50z-15CO <sub>2</sub>    |       | 0,65b  | 0,8ab  | 0,7b   | 0,7b   | 23,3  | 0,23 |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

La figura siguiente muestra los resultados microbiológicos obtenidos en los diferentes controles realizados en las muestras con y sin tratamiento. Es importante advertir que no se muestran en forma logarítmica. Se obtuvieron valores muy bajos en todos los controles en ambos casos aunque fueron menores los recuentos de aerobios mesófilos que los de hongos y levaduras. No se superaron los valores límite permitidos por la reglamentación tanto para mohos y levaduras como para aerobios mesófilos.

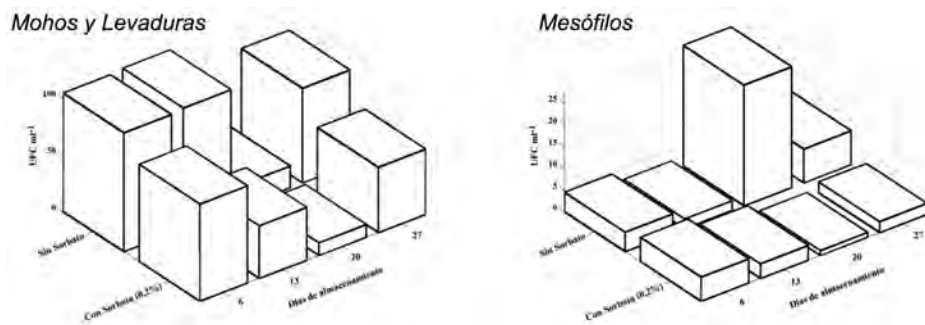


Figura 8. Recuento de mohos y levaduras y de aerobios mesófilos

En la tabla 4 se muestran los resultados de la figura anterior con los valores de diferencia mínima significativa (DMS) según Tuckey ( $p < 0.05$ ) y el coeficiente de variación (CV). Aunque los recuentos fueron sensiblemente menores en las muestras tratadas con Sorbato (especialmente los recuentos de Mohos y Levaduras) las diferencias obtenidas no fueron significativas. Los valores en el CV fueron excesivamente altos debido a la variabilidad obtenida en las muestras analizadas.

**Tabla 4. Resultados de recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t4), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa en las muestras con Sorbato (Con) y sin Sorbato. (n= n° de muestras)**

| T            | Mohos y Levaduras (n=9) |              |       |       | Mesófilos (n=9) |              |       |      |
|--------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-----------------|--------------|-------|------|
|              | Sin                     | Con          | CV(%) | DMS   | Sin             | Con          | CV(%) | DMS  |
| t1           | 104,4a                  | 85,5a        | 135,8 | 132,6 | 4,4a            | 5,5a         | 184,7 | 9,5  |
| t2           | 106,2a                  | 46,2a        | 82,6  | 60,2  | 2,2a            | 3,3a         | 206,8 | 5,9  |
| t3           | 18,9a                   | 11,1a        | 97,7  | 14,53 | 27,8a           | 1,1a         | 279,2 | 39,1 |
| t4           | 83,3a                   | 57,5a        | 117,2 | 85,1  | 7,8a            | 2,5a         | 284,2 | 15,3 |
| <b>CV(%)</b> | <b>133,6</b>            | <b>128,2</b> |       |       | <b>72,6</b>     | <b>976,1</b> |       |      |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

Finalmente en la Tabla 5 se muestran los resultados agrupados según la atmósfera de envasado. No se obtuvieron diferencias significativas entre las distintas atmósferas empleadas.

**Tabla 5. Resultados de recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t4), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa en las muestras según la atmósfera (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>) de envasado. (n= n° de muestras)**

| T            | Mohos y Levaduras (n=6) |              |              |       | Mesófilos (n=6) |              |              |      |
|--------------|-------------------------|--------------|--------------|-------|-----------------|--------------|--------------|------|
|              | 5-5                     | 5-10         | 5-15         | DMS   | 5-5             | 5-10         | 5-15         | DMS  |
| t1           | 118,3a                  | 130a         | 36,7a        | 194,2 | 11,7a           | 0a           | 3,3a         | 12,3 |
| t2           | 44a                     | 98,3a        | 82a          | 116,6 | 6,7a            | 0a           | 1,7a         | 7,9  |
| t3           | 8,3a                    | 18,3a        | 18,3a        | 22    | 1,7a            | 21,7a        | 20a          | 62,6 |
| t4           | 18,3a                   | 103,3a       | 96a          | 131   | 3,3a            | 11,7a        | 0a           | 22,7 |
| <b>CV(%)</b> | <b>245,9</b>            | <b>61,97</b> | <b>138,7</b> |       | <b>142,2</b>    | <b>420,6</b> | <b>200,1</b> |      |

Filas con la misma letra no difieren significativamente



## ENSAYO 2

**VARIEDAD:** Salustiana  
**INDICE MADUREZ (SS/Acidez):** 12,3  
**MATERIAL:** PET Saranizado  
**ATMÓSFERA ACTIVA:**  
15%CO<sub>2</sub>-5%O<sub>2</sub>;  
15%CO<sub>2</sub>-11%O<sub>2</sub>;  
15%CO<sub>2</sub>-15%O<sub>2</sub>  
**FORMATO:** Bolsa con gajos  
**TRATAMIENTO:**  
Sorbato Potásico 0,2%  
Sin tratamiento



En el ensayo 2 se utilizaron gajos de naranjas var. Salustiana (índice de madurez = 12,3), a la mitad de las cuales se les aplicó un tratamiento de Sorbato Potásico en solución al 0,2%. Se envasaron en bolsas de plástico (PET Saranizado) con tres atmósferas de envasado que diferían en el porcentaje de O<sub>2</sub>.

En la figura 9 se representan los valores obtenidos de sólidos solubles y de acidez titulable durante el almacenamiento y según la atmósfera empleada. Se obtuvieron diferencias entre las distintas atmósferas de envasado utilizadas con una tendencia decreciente mayor cuanto menos oxígeno contenía el producto envasado. Los resultados obtenidos de acidez fueron similares a los obtenidos en el ensayo 1 con un descenso intenso inicial. En la opción con menos oxígeno (5%) la acidez a partir del primer control (6 días) se mantuvo en ascenso hasta el último control a los 19 días de almacenamiento.

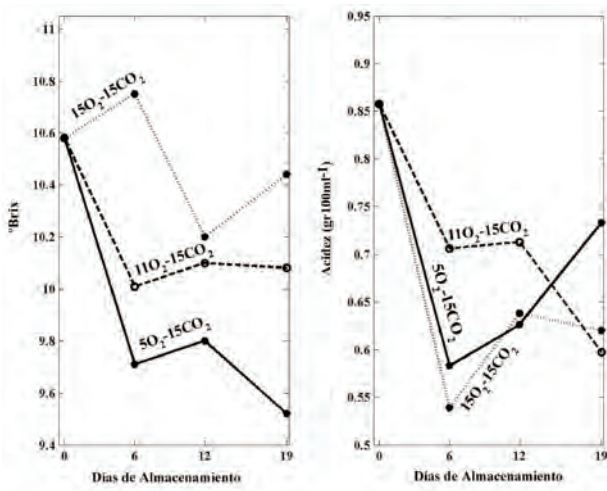


Figura 9. Evolución de los parámetros de sólidos solubles y acidez titulable durante el almacenamiento.

En la tabla siguiente se muestran los resultados representados en la figura anterior con los valores de diferencia mínima significativa (DMS) según Tuckey ( $p < 0.05$ ) y el coeficiente de variación del ensayo (CV). Los resultados de Brix del primer control (t1) en los envases con 5% de O<sub>2</sub> fueron menores significativamente respecto a los obtenidos en el control inicial (t0) a diferencia de los resultados obtenidos en los envases con 10% y 15% de O<sub>2</sub>. El descenso de acidez en el primer control también fue significativo respecto al control inicial en todas las opciones de envasado al igual que ocurrió en el ensayo 1.

**Tabla 6. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= n° de muestras en el control inicial; nt1-4= n° de muestras en los controles uno a cuatro)**

| Brix (nt0=10; nt1-3=6) |       |       |       |       |       |      |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Gas(%)                 | t0    | t1    | t2    | t3    | CV(%) | DMS  |
| 50>15CO <sub>2</sub>   |       | 9,7b  | 9,8b  | 9,5b  | 5,83  | 0,58 |
| 110>15CO <sub>2</sub>  | 10,6a | 10a   | 10,1a | 10,1a | 6,18  | 0,76 |
| 150>15CO <sub>2</sub>  |       | 10,7a | 10,2a | 10,4a | 5,90  | 0,74 |

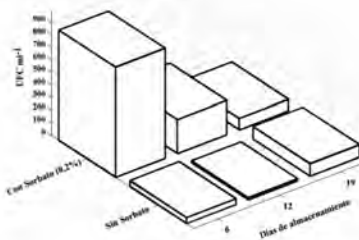
  

| Acidez (nt0=5; nt1-3=10) |       |        |        |        |       |      |
|--------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| Gas(%)                   | t0    | t1     | t2     | t3     | CV(%) | DMS  |
| 50>15CO <sub>2</sub>     |       | 0,58b  | 0,63bc | 0,73ac | 25,5  | 0,18 |
| 110>15CO <sub>2</sub>    | 0,86a | 0,71ab | 0,71ab | 0,6b   | 24,3  | 0,19 |
| 150>15CO <sub>2</sub>    |       | 0,54b  | 0,64c  | 0,62bc | 21,7  | 0,12 |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

La figura siguiente muestra los resultados microbiológicos obtenidos en los diferentes controles realizados en las muestras con y sin tratamiento. Los resultados no se muestran en forma logarítmica. Se obtuvieron valores bajos en todos los controles en ambos casos con recuentos similares de Mohos y levaduras y de Aerobios mesófilos. Los recuentos de Mohos y Levaduras en las muestras con tratamiento fueron superiores a los obtenidos en las muestras sin tratar aunque sin mostrar diferencias significativas (ver Tabla 7). Es importante señalar que los CV fueron muy altos indicando mucha variabilidad en los resultados obtenidos (ver Tabla 7). Al igual que en el ensayo anterior no se superaron los valores límite reglamentarios ni de mohos y levaduras ni de aerobios mesófilos.

**Mohos y Levaduras**



**Mesófilos**

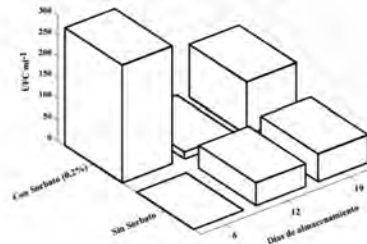


Figura 10. Recuento de mohos y levaduras y de aerobios mesófilos

**Tabla 7. Resultados de recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa en las muestras con Sorbato (Con) y sin Sorbato. (n= n° de muestras)**

| T            | Mohos y Levaduras (n=15) |              |       |       | Mesófilos (n=15) |              |       |       |
|--------------|--------------------------|--------------|-------|-------|------------------|--------------|-------|-------|
|              | Sin                      | Con          | CV(%) | DMS   | Sin              | Con          | CV(%) | DMS   |
| t1           | 46,7a                    | 876,4a       | 356   | 1206  | 0a               | 278,7a       | 480,5 | 496,9 |
| t2           | 16a                      | 272b         | 172,6 | 160,7 | 54a              | 16a          | 257,7 | 66,9  |
| t3           | 100a                     | 90a          | 138,1 | 99,57 | 66a              | 125,3a       | 156,7 | 111,5 |
| <b>CV(%)</b> | <b>180,29</b>            | <b>325,9</b> |       |       | <b>295,76</b>    | <b>391,4</b> |       |       |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

En la Tabla 8 se muestran los resultados agrupados según la atmósfera de envasado. No se obtuvieron diferencias significativas de recuentos microbiológicos entre las distintas atmósferas empleadas.

**Tabla 8. Resultados de recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa en las muestras según la atmósfera (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>) de envasado. (n= n° de muestras)**

| T            | Mohos y Levaduras (n=10) |              |              |        | Mesófilos (n=10) |              |              |       |
|--------------|--------------------------|--------------|--------------|--------|------------------|--------------|--------------|-------|
|              | 5-5                      | 5-10         | 5-15         | DMS    | 5-5              | 5-10         | 5-15         | DMS   |
| t1           | 109a                     | 1003a        | 272,6a       | 2022,9 | 418a             | 0a           | 0a           | 810,3 |
| t2           | 114,1a                   | 232,1a       | 84a          | 304,1  | 42a              | 62a          | 1a           | 109,6 |
| t3           | 54a                      | 107a         | 124a         | 161,9  | 94a              | 36a          | 157a         | 179,1 |
| <b>CV(%)</b> | <b>238,2</b>             | <b>367,1</b> | <b>127,6</b> |        | <b>363</b>       | <b>273,2</b> | <b>218,5</b> |       |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

En la figura 11 y en la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos en la valoración sensorial (aroma y sabor) de las muestras del ensayo. Se observan diferencias netas en el aroma entre los envasados con un 5% de O<sub>2</sub> y el resto de muestras a partir del segundo control (t2).

A la segunda semana de almacenamiento el producto probablemente estaba alterado según los valores de aroma obtenidos, por tanto sólo se valoró el sabor a los 6 días de almacenamiento. No se obtuvieron diferencias significativas en el sabor de las muestras a la primera semana de almacenamiento aunque las muestras con mayor contenido de oxígeno (15%) obtuvieron una mejor valoración del sabor a la primera semana de almacenamiento. En general la evolución del aroma del producto y del sabor a la primera semana de almacenamiento se estimaron insuficientes para lograr su aceptación comercial por el consumidor.

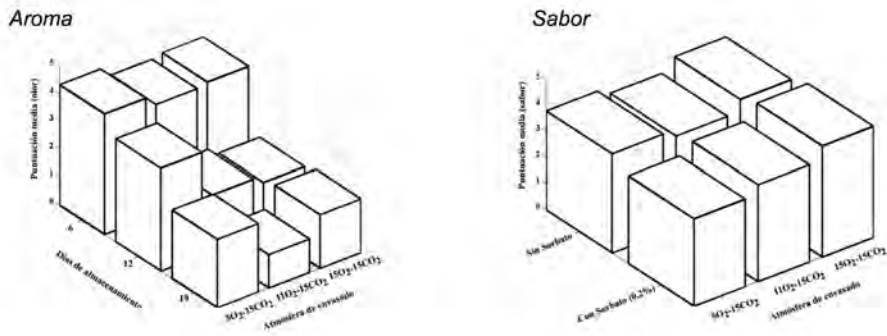


Figura 11. a- Promedios de la valoración sensorial del aroma en las muestras del ensayo según atmósfera de envasado utilizada y control (t1; t2; t3);  
 b- Promedios de la valoración sensorial del sabor según atmósfera de envasado y tratamiento (Con Sorbato-Sin Sorbato) en el primer control (6 días) del ensayo.

**Tabla 9. Valoración del aroma según atmósfera utilizada y control (t1; t2; t3) y del sabor según atmósfera y tratamiento (Con Sorbato-Sin Sorbato) a los 6 días de envasado; coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>) de envasado. (n= n° de muestras; c=n° de catadores).**

| Aroma (n=10; c=3) |             |             |             |      |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|------|
| T                 | 5-15        | 11-15       | 15-15       | DMS  |
| t1                | 4,3a        | 4a          | 4,1a        | 0,49 |
| t2                | 3,7a        | 2b          | 1,8b        | 0,78 |
| t3                | 2,5a        | 1,2b        | 1,9ab       | 1.09 |
| <b>CV(%)</b>      | <b>36,4</b> | <b>51,2</b> | <b>48,5</b> |      |

| Sabor (n=5; c=3) a los 6 días (t1) |             |             |             |      |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|------|
| Gas                                | 5-15        | 11-15       | 15-15       | DMS  |
| Sin                                | 3,8a        | 3,4a        | 3,5a        | 1,11 |
| Con                                | 3,7a        | 4a          | 4,3a        | 0,83 |
| <b>CV(%)</b>                       | <b>13,9</b> | <b>16,4</b> | <b>18,5</b> |      |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

### ENSAYO 3

**VARIEDAD:** Salustiana  
**INDICE MADUREZ (SS/Acidez):** 12,3  
**MATERIAL:** PET Saranizado  
**ATMÓSFERA ACTIVA:**  
 15%CO<sub>2</sub>-16%O<sub>2</sub>;  
 10%CO<sub>2</sub>-18%O<sub>2</sub>;  
**FORMATO:** Bolsa con naranja entera  
**TRATAMIENTO:**  
 Sorbato potásico 0,2%



En el ensayo 3 se utilizaron naranjas enteras sin desgajar de var. Salustiana (índice de madurez = 12,3), a las cuales se les aplicó un tratamiento de Sorbato Potásico en solución al 0,2%. Se envasaron en bolsas de plástico (PET Saranizado) con dos atmósferas de envasado.

En la figura 12 y en la tabla 10 se muestran los valores obtenidos de sólidos solubles y de acidez. Se observan diferencias entre las dos atmósferas usadas con subida del valor de Brix en ambas opciones de envasado a los 12 días en una (16%O<sub>2</sub>) y a los 19 días en la segunda opción (18%O<sub>2</sub>). Sin embargo las diferencias durante el almacenamiento no fueron significativas. Los resultados obtenidos de acidez fueron similares a los obtenidos en los ensayos anteriores con un descenso significativo inicial.

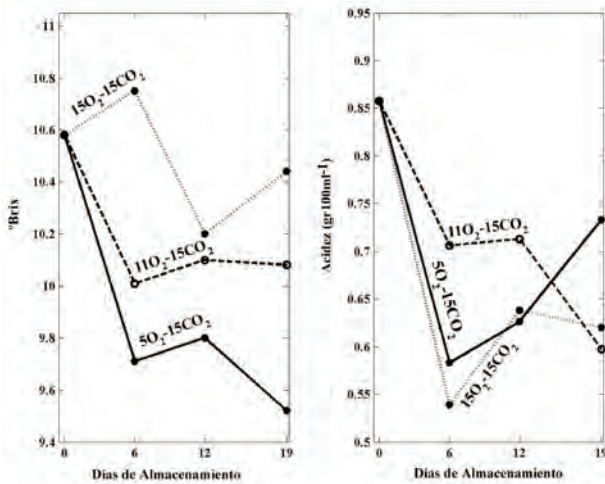


Figura 12. Evolución de los parámetros de sólidos solubles y acidez titrable durante el almacenamiento.

**Tabla 10. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= n° de muestras en el control inicial; nt1-4= n° de muestras en los controles uno a cuatro)**

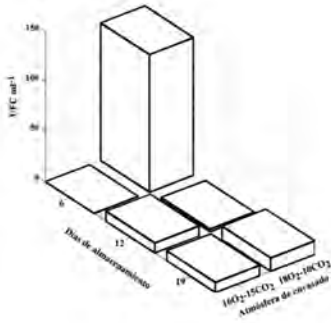
| Brix (nt0=5; nt1-3=4)                |       |       |       |       |       |      |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Gas(%)                               | t0    | t1    | t2    | t3    | CV(%) | DMS  |
| 160>15CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | 10,6a | 9,7a  | 11,1a | 10a   | 11,2  | 2,3  |
| 180>10CO <sub>2</sub>                |       | 10,5a | 9,9a  | 11,2a | 9     | 1,98 |

| Acidez (nt0=5; nt1-3=4) |       |       |        |        |       |      |
|-------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|------|
| Gas(%)                  | t0    | t1    | t2     | t3     | CV(%) | DMS  |
| 160>15CO <sub>2</sub>   | 0,86a | 0,5b  | 0,64ab | 0,58b  | 27,6  | 0,26 |
| 180>10CO <sub>2</sub>   |       | 0,51b | 0,64ab | 0,65ab | 27,2  | 0,29 |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

Los recuentos de Mohos y Levaduras y de Aerobios mesófilos obtenidos (ver Figura 13 y Tabla 11) fueron muy bajos, próximos a cero, en ambas atmósferas empleadas y en todos los controles realizados.

**Mohos y Levaduras**



**Mesófilos**

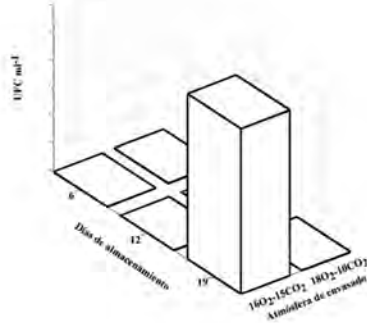


Figura 13. Recuento de mohos y levaduras y de aerobios mesófilos

**Tabla 11. Recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS). (n= n° de muestras)**

| Gas   | Mohos y Levaduras (n=4) |              |       | Mesófilos (n=4) |          |      |
|-------|-------------------------|--------------|-------|-----------------|----------|------|
|       | 16-15                   | 18-10        | DMS   | 16-15           | 18-10    | DMS  |
| T1    | 0a                      | 137,5b       | 128,8 | 0a              | 0a       | 0    |
| T2    | 10a                     | 2,5a         | 11,7  | 0a              | 0a       | 0    |
| T3    | 10a                     | 13,3a        | 22,8  | 12a             | 0a       | 20,8 |
| CV(%) | <b>147,7</b>            | <b>160,9</b> |       | <b>244,1</b>    | <b>0</b> |      |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

La valoración de los atributos aroma y sabor (ver Figura 14 y Tabla 12) mejoró bastante respecto a resultados obtenidos anteriormente. No se observaron diferencias significativas entre las dos mezclas de gases utilizadas excepto en el atributo sabor a los 19 días de almacenamiento a favor de las muestras envasadas con un 16%O<sub>2</sub>.

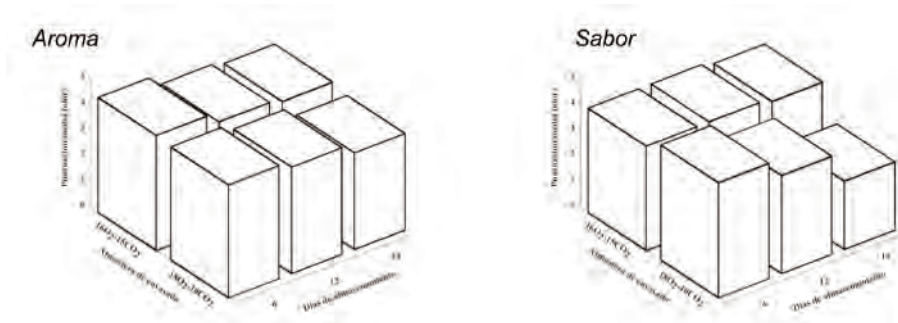


Figura 14. Promedios de la valoración sensorial del aroma y del sabor en las muestras según atmósfera de envasado utilizada y control (t1; t2; t3)

**Tabla 12. Valoración del aroma y sabor según atmósfera utilizada y control (t1; t2; t3); coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>) de envasado. (n= n° de muestras; c=n° de catadores).**

| T            | Aroma (n=4, c=3) |            |      | Sabor (n=4, c=3) |             |      |
|--------------|------------------|------------|------|------------------|-------------|------|
|              | 16-15            | 18-10      | DMS  | 16-15            | 18-10       | DMS  |
| T1           | 4,5a             | 4,4a       | 0,31 | 4,1a             | 4,5a        | 0,81 |
| T2           | 4,1a             | 4,2a       | 0,31 | 4,1a             | 3,8a        | 1,14 |
| T3           | 3,9a             | 3,8a       | 1,09 | 3,9a             | 2,7b        | 0,71 |
| <b>CV(%)</b> | <b>12,1</b>      | <b>8,3</b> |      | <b>10,4</b>      | <b>23,4</b> |      |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

## ENSAYO 4

**VARIEDAD:** Valencia  
**MATERIAL:** PP+PET  
**INDICE MADUREZ (SS/Acidez):** 8,59  
**GASES:**  
 14% CO<sub>2</sub>-7%O<sub>2</sub>;  
 14% CO<sub>2</sub>-10%O<sub>2</sub>;  
**FORMATO:** Tarrina con naranja entera  
**TRATAMIENTO:**  
 Ácido cítrico 0,5%  
 Sin Tratamiento



En el ensayo 4 se utilizaron naranjas enteras sin desgajar de var. Valencia (índice de madurez = 14,76), a la mitad de las cuales se les aplicó un tratamiento de Ácido Cítrico en solución al 0,5%. Se envasaron en tarrinas y con un material de Polipropileno(50 $\mu$ ) recubierto de Poliester (12 $\mu$ ), y se usaron dos atmósferas de envasado.

En la figura 15 y en la tabla 13 se muestran los valores obtenidos de sólidos solubles y de acidez. Se observa un descenso tanto en sólidos solubles como en acidez titulable respecto al valor inicial. Las diferencias en sólidos solubles fueron significativas a partir de los 15 días respecto al valor inicial. En el caso de la acidez se presentaron diferencias significativas entre el valor inicial y el resto de valores con ambas atmósferas utilizadas.

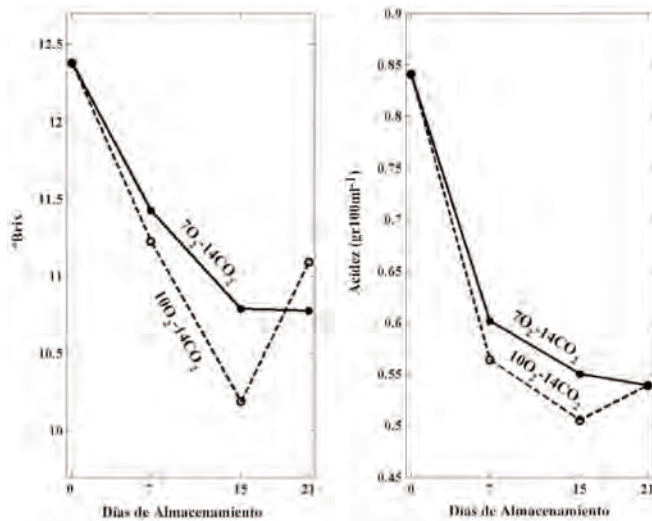


Figura 15. Evolución de los parámetros de sólidos solubles y acidez titulable durante el almacenamiento.



**Tabla 13. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= n° de muestras en el control inicial; nt1-4= n° de muestras en los controles uno a cuatro)**

| Brix (nt0=10; nt1-3=8) |       |        |       |       |       |      |
|------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------|
| Gas(%)                 | t0    | t1     | t2    | t3    | CV(%) | DMS  |
| 70z-14CO <sub>2</sub>  | 12,4a | 11,4ab | 10,8b | 10,8b | 9,5   | 1,28 |
| 100z-14CO <sub>2</sub> |       | 11,2ab | 10,2b | 11,1b | 10,4  | 1,29 |

| Acidez (nt0=10; nt1-3=8) |       |       |       |       |       |      |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Gas(%)                   | t0    | t1    | t2    | t3    | CV(%) | DMS  |
| 70z-14CO <sub>2</sub>    | 0,84a | 0,6b  | 0,55b | 0,53b | 24,9  | 0,14 |
| 100z-14CO <sub>2</sub>   |       | 0,56b | 0,5b  | 0,54b | 25,1  | 0,1  |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

Los resultados microbiológicos son mostrados en la Figura 16 y en las Tablas 14 y 15. Los recuentos obtenidos fueron superiores a los obtenidos en ensayos anteriores y fueron mayores los obtenidos de Mohos y Levaduras. Sin embargo no se superaron los valores límite permitidos en ambas opciones de atmósfera y tratamiento. Las muestras tratadas con ácido cítrico presentaron menores recuentos de Aerobios Mesófilos y de Mohos y Levaduras pero no se obtuvieron diferencias significativas entre las atmósferas empleadas o el tratamiento utilizado.

La pérdida de peso del producto (ver Figura 16 y Tabla 16) a los 21 días de almacenamiento fue mayor para la mezcla gaseosa con más cantidad de oxígeno, pero no se observaron diferencias significativas entre ambas mezclas.

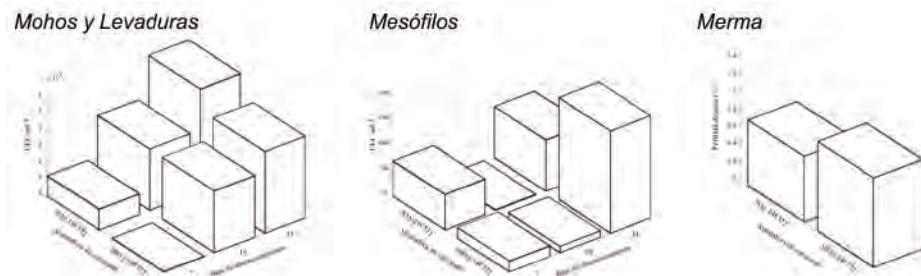


Figura 16. a- Recuento de mohos y levaduras según atmósfera; b- Recuento de aerobios mesófilos según atmósfera; c- Pérdida de Peso a los 21 días según atmósfera.

**Tabla 14. Recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) entre ambas atmósferas de envasado empleadas. (n= n° de muestras)**

| T            | Hongos (n=8) |            |       | Mesófilos (n=8) |              |       |
|--------------|--------------|------------|-------|-----------------|--------------|-------|
|              | 7-14         | 10-14      | DMS   | 7-14            | 10-14        | DMS   |
| T1           | 12541a       | 103,7a     | 26769 | 70a             | 21,2a        | 150,7 |
| T2           | 25274a       | 50188a     | 53368 | 13,7a           | 0a           | 26,5  |
| T3           | 75009a       | 37655a     | 52518 | 303,7a          | 0a           | 456,5 |
| <b>CV(%)</b> | <b>131,3</b> | <b>158</b> |       | <b>284,1</b>    | <b>489,9</b> |       |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

**Tabla 15. Recuentos de Mohos y Levaduras en los controles realizados (t1 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) según el empleo de tratamiento. (n= n° de muestras)**

| T            | Hongos (n=8) |              |       | Mesófilos (n=8) |              |       |
|--------------|--------------|--------------|-------|-----------------|--------------|-------|
|              | Sin trat     | Con trat     | DMS   | Sin trat        | Con trat     | DMS   |
| T1           | 12576a       | 68,7a        | 26759 | 70a             | 21,2a        | 150,7 |
| T2           | 37675a       | 37786a       | 55242 | 1,25a           | 12,5a        | 26,9  |
| T3           | 62635a       | 50029a       | 56245 | 101,25a         | 202,5a       | 485,1 |
| <b>CV(%)</b> | <b>131,2</b> | <b>158,2</b> |       | <b>338,1</b>    | <b>419,9</b> |       |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

**Tabla 16. Pérdida de peso a los 21 días de almacenamiento, coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) según la atmósfera empleada. (n= n° de muestras)**

| Merma a los 21 días(%) (n=5) |       |       |      |       |
|------------------------------|-------|-------|------|-------|
| Gas                          | 7-14  | 10-14 | DMS  | CV(%) |
|                              | 0,75a | 1,02a | 0,44 | 35,9  |

En la Figura 17 y Tablas 17 y 18 se muestran los resultados obtenidos en la valoración del aroma y sabor de las muestras durante el almacenamiento. El aroma y sabor se mantuvieron por encima de 4 las dos primeras semanas; a los 21 días se presentaron diferencias significativas tanto en el aroma como en el sabor entre las dos mezclas gaseosas a favor de la mezcla con más contenido en oxígeno. Sin embargo no se observaron diferencias significativas entre las muestras tratadas con cítrico y las no tratadas.

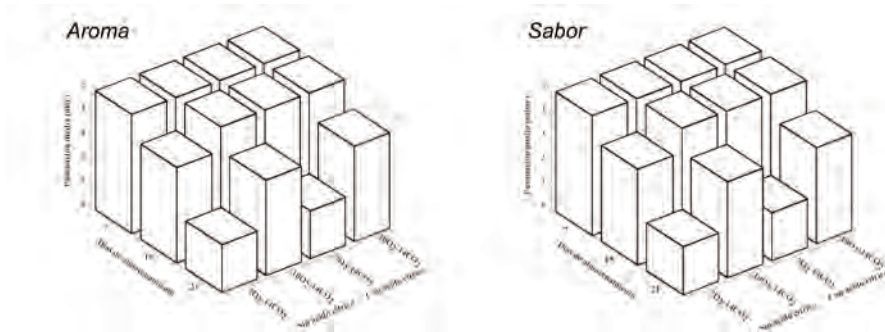


Figura 17. Promedios de la valoración sensorial del aroma y del sabor en las muestras según atmósfera de envasado utilizada, tratamiento y control (t1; t2; t3);

**Tabla 17. Valoración del aroma y sabor según atmósfera utilizada y control (t1; t2; t3); coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>) de envasado. (n= n° de muestras; c=n° de catadores).**

| T            | Aroma (n=2, c=2) |             |     | Sabor (n=2, c=2) |             |     |
|--------------|------------------|-------------|-----|------------------|-------------|-----|
|              | 7-14             | 10-14       | DMS | 7-14             | 10-14       | DMS |
| T1           | 5a               | 5a          | 0   | 5a               | 5a          | 0   |
| T2           | 4,5a             | 5a          | 2,1 | 5a               | 5a          | 0   |
| T3           | 2a               | 4b          | 0   | 1a               | 3,5b        | 2,1 |
| <b>CV(%)</b> | <b>38,4</b>      | <b>11,1</b> |     | <b>56,3</b>      | <b>18,6</b> |     |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

**Tabla 18. Valoración del aroma y sabor según tratamiento utilizado y control (t1; t2; t3); coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>) de envasado. (n= n° de muestras; c=n° de catadores).**

| T            | Aroma (n=2, c=2) |             |     | Sabor (n=2, c=2) |             |     |
|--------------|------------------|-------------|-----|------------------|-------------|-----|
|              | Sin trat         | Con trat    | DMS | Sin trat         | Con trat    | DMS |
| T1           | 5a               | 5a          | 0   | 5a               | 5a          | 0   |
| T2           | 4,5a             | 5a          | 2,1 | 5a               | 5a          | 0   |
| T3           | 3a               | 3a          | 0   | 2,5a             | 2a          | 7,8 |
| <b>CV(%)</b> | <b>28,1</b>      | <b>27,9</b> |     | <b>38,4</b>      | <b>41,8</b> |     |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

## ENSAYO 5

**VARIEDAD:** Salustiana  
**MATERIAL:** PP+PET  
**INDICE MADUREZ (SS/Acidez):** 8,59  
**ATMÓSFERA ACTIVA:**  
 15% CO<sub>2</sub>-10%O<sub>2</sub>;  
 20% CO<sub>2</sub>-15%O<sub>2</sub>  
**FORMATO:** Tarrina con naranja entera  
**TRATAMIENTO:**  
 Sin Tratamiento



En el ensayo 5 se utilizaron naranjas enteras sin desgajar de var. Salustiana (índice de madurez = 8,59), a las cuales no se les aplicó tratamiento. Se envasaron en tarrinas con cubiertas con plástico de Polipropileno(50μ) recubierto de Poliester (12μ), y se usaron dos atmósferas de envasado.

En la Figura 18 y Tabla 19 se muestran los resultados obtenidos de sólidos solubles y acidez durante el almacenamiento. Los sólidos solubles se incrementaron significativamente en las muestras envasadas con mayor contenido de oxígeno (15%) a los trece días del envasado. El contenido en acidez mostró similarmente a los ensayos anteriores un descenso significativo en el primer control realizado a los siete días de envasado con alza en el segundo control en las muestras envasadas con un 20% de CO<sub>2</sub>.

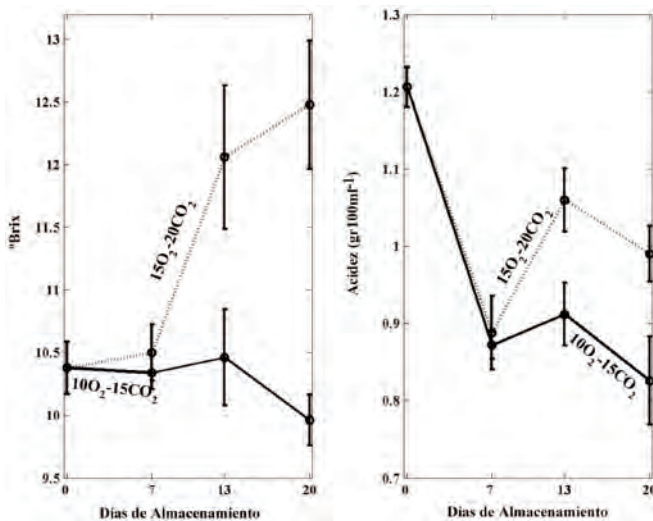


Figura 18. Evolución de los parámetros de sólidos solubles y acidez titrable durante el almacenamiento.

**Tabla 19. Resultados de Brix y Acidez en los controles realizados (t0 a t3), coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa. (nt0= n° de muestras en el control inicial; nt1-4= n° de muestras en los controles uno a cuatro)**

| Gas (%)                | T0    | Brix (nt0=10; nt1-3=5) |       |       | CV(%) | DMS |
|------------------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-----|
|                        |       | t1                     | t2    | t3    |       |     |
| 100z-15CO <sub>2</sub> | 10,4a | 10,3a                  | 10,5a | 10a   | 5,9   | 1,1 |
| 150z-20CO <sub>2</sub> |       | 10,5a                  | 12,1b | 12,5b | 11,2  | 1,6 |

| Gas (%)                | T0    | Acidez (nt0=10; nt1-3=5) |       |        | CV(%) | DMS  |
|------------------------|-------|--------------------------|-------|--------|-------|------|
|                        |       | t1                       | t2    | t3     |       |      |
| 100z-15CO <sub>2</sub> | 1,21a | 0,87b                    | 0,91b | 0,83b  | 18,8  | 0,16 |
| 150z-20CO <sub>2</sub> |       | 0,89b                    | 1,06c | 0,99bc | 14,1  | 0,16 |

Filas con la misma letra no difieren significativamente

La pérdida de peso (Tabla 20) fue mayor en las muestras con menor contenido de oxígeno.

**Tabla 20. Pérdida de peso (%) en los controles realizados (t1 a t3) según atmósfera de envasado.**

| Gas (%)                | t1   | t2   | t3   |
|------------------------|------|------|------|
| 100z-15CO <sub>2</sub> | 0,44 | 0,55 | 0,78 |
| 150z-20CO <sub>2</sub> | 0,3  | 0,36 | 0,44 |

Los recuentos microbiológicos obtenidos (ver Tabla 21) a los 20 días de envasado fueron muy bajos en todas las muestras con valores próximos a 0.

**Tabla 21. Recuentos de Aerobios Mesófilos y Mohos y Levaduras a los 20 días del envasado.**

| Gas (%)                | Mesófilos | Mohos y Levaduras |
|------------------------|-----------|-------------------|
| 100z-15CO <sub>2</sub> | 4         | 6                 |
| 150z-20CO <sub>2</sub> | 2         | 12                |

La evaluación del aroma y del sabor se mantuvo óptima durante las dos primeras semanas de almacenamiento (Figura 19 y Tabla 22). A la tercera semana el producto no presentaba resultados favorables para su comercialización.

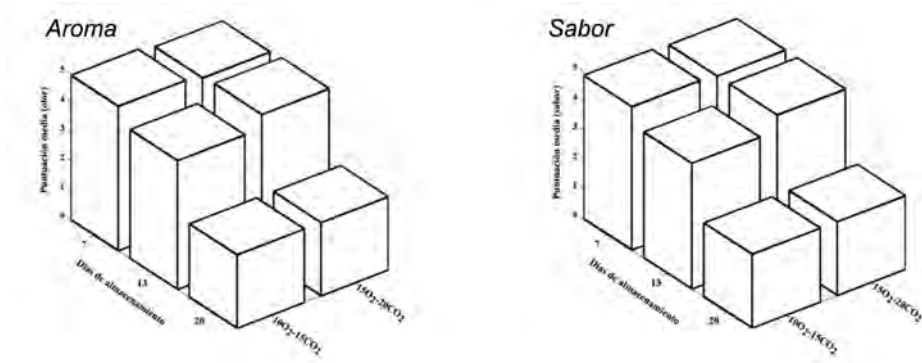


Figura 19. Promedios de la valoración sensorial del aroma y del sabor en las muestras según atmósfera de envasado utilizada, tratamiento y control (t1; t2; t3)

**Tabla 22. Valoración del aroma y sabor según tratamiento utilizado y control (t1; t2; t3); coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS) en las muestras según la atmósfera (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>) de envasado. (n= n° de muestras; c=n° de catadores).**

| Gas   | Aroma (n=5, c=3) |       |      | Sabor (n=5, c=3) |       |      |
|-------|------------------|-------|------|------------------|-------|------|
|       | 10-15            | 15-20 | DMS  | 10-15            | 15-20 | DMS  |
| t1    | 4,9a             | 4,8a  | 0,24 | 4,9a             | 4,8a  | 0,36 |
| t2    | 4,4a             | 4,9b  | 0,48 | 4,3a             | 4,8a  | 0,54 |
| t3    | 2,5a             | 2,5a  | 0    | 2,5a             | 2,5a  | 0    |
| CV(%) | 16,7             | 16    |      | 17,2             | 29,1  |      |

## ENSAYO 6

**VARIEDAD:** Salustiana

**MATERIAL:**

PET saranizado; PP+PET;

PP; Cámara estanca

**ATMÓSFERA ACTIVA:**

12% CO<sub>2</sub>-10% O<sub>2</sub>;

**FORMATO:** Tarrina con naranja entera

Cámara estanca

**TRATAMIENTO:** Sin Tratamiento



En el ensayo 6 se realizaron envasados de naranja pelada con el fin de determinar la actividad respiratoria del fruto y los valores necesarios en el envase de permeabilidad según superficie y peso de la materia prima. La actividad respiratoria se define como la cantidad de oxígeno consumido por el fruto por unidad de peso y tiempo (ml/kg h) o bien la cantidad de anhídrido carbónico emitido por el fruto por unidad de peso y tiempo.

En la figura siguiente se representa la actividad respiratoria de la naranja pelada medida en un recipiente hermético. Se observa que a medida que va consumiendo el oxígeno residual el fruto reduce su actividad respiratoria hasta un mínimo alcanzado con una concentración de 12,6% de O<sub>2</sub>. Seguidamente a menor concentración de oxígeno la actividad respiratoria se incrementa sucesivamente. El incremento fue especialmente significativo al 7,53% y 5,98% de O<sub>2</sub>. A dichas concentraciones de oxígeno la concentración de anhídrido carbónico fue del 19,8% y del 21,7% respectivamente. Las concentraciones de anhídrido carbónico en continuo incremento provocan un patrón similar y responden a la reducción o incremento de la actividad respiratoria en el mismo sentido que las concentraciones de oxígeno.

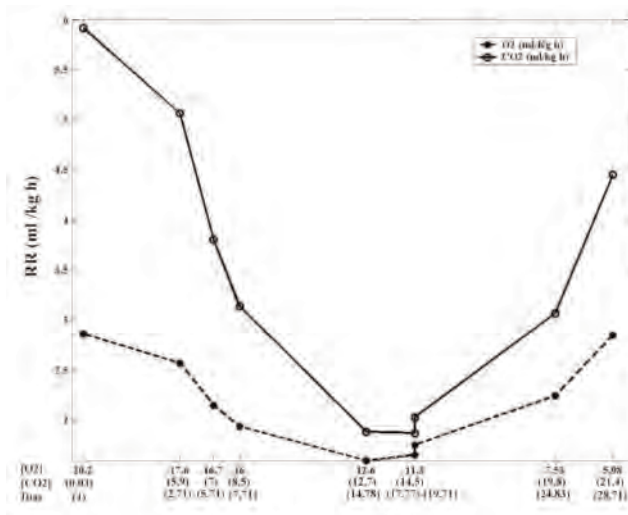


Figura 20. Evolución de la actividad respiratoria (ml/kg h) del fruto durante 28 días de almacenamiento a 4°C según la concentración de O<sub>2</sub> y de CO<sub>2</sub>

En la figura 21 se representa para cada tipo de material la evolución del consumo de oxígeno por kilogramo de naranja pelada durante 18 días de almacenamiento frigorífico a 4°C. Se observa un fuerte descenso de la cantidad de oxígeno durante los dos primeros días de envasado en los tres tipos de material utilizado. Las diferencias entre los tres materiales se deben a la diferencia de permeabilidad entre los materiales. El material con mayor barrera al oxígeno fue el Polipropileno (PP 50  $\mu$ ) + Poliester (PET 12  $\mu$ ). A los 14 días el envase con material PP+PET contenía concentraciones de oxígeno próximas a 0.

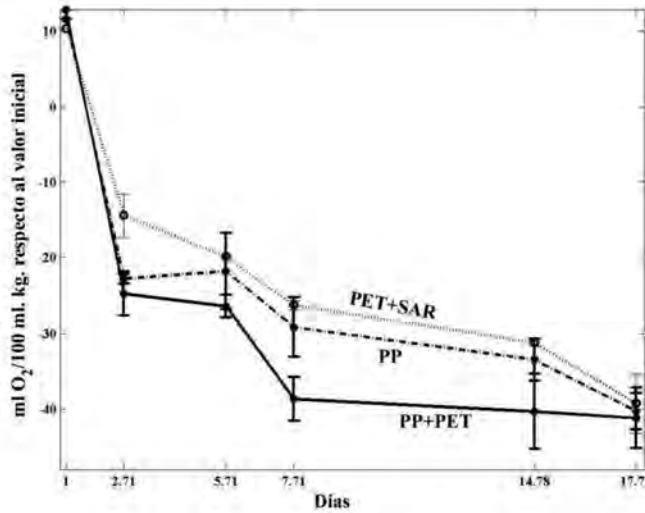


Figura 21. Evolución del índice de consumo de oxígeno residual en diferentes tipos de envase durante 18 días de almacenamiento a 4°C respecto al valor inicial y por kilogramo de naranja envasada.

En la siguiente figura se representan las concentraciones de dióxido de carbono en las muestras de naranja pelada y envasada. Entre los materiales ensayados el Polipropileno mostró menor barrera al dióxido de carbono.

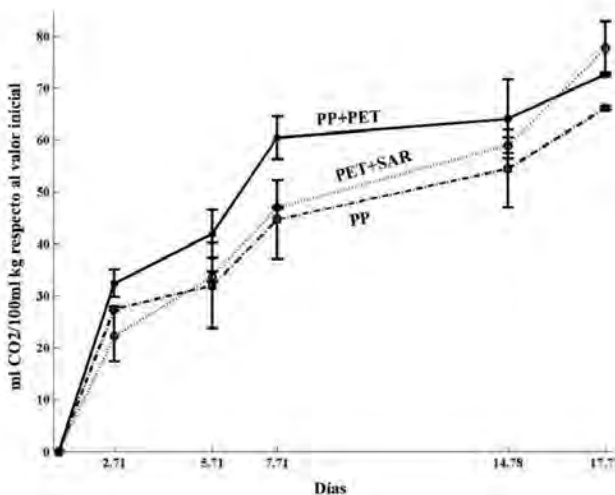


Figura 22. Evolución del incremento de anhídrido carbónico residual en diferentes tipos de envase durante 18 días de almacenamiento a 4°C respecto al valor inicial y por kilogramo de naranja envasada.



Si representamos la superficie del envase frente a la permeabilidad del mismo al oxígeno para distintos pesos de fruta pelada envasada con el objetivo de mantener una concentración de oxígeno del 12,5% en el interior del mismo en equilibrio y consideramos que a esa concentración de oxígeno la respiración del fruto es la obtenida en la Figura 20 obtenemos diferentes configuraciones de diseño del envase. Estos valores se representan en la Figura 23; se observa que a menor superficie del envase las exigencias de permeabilidad son mayores. También es significativa la diferencia obtenida según el peso de la fruta. Cuando la superficie es menor la sensibilidad por diferencias de peso en la fruta es mayor.

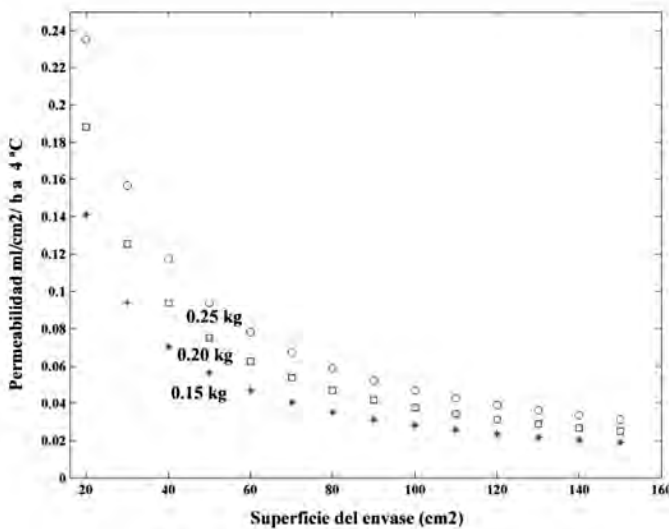


Figura 23. Permeabilidad (ml/cm<sup>2</sup>/h) necesaria en el material de un envase para obtener un contenido en oxígeno próximo al 12,5% en equilibrio según superficie del envase y peso de la fruta envasada.

## DISCUSIÓN GENERAL

El comportamiento de la naranja pelada envasada depende de un conjunto de factores relacionados con el fruto, con el material y volumen de envase, con la atmósfera de envasado y con las condiciones de almacenamiento.

Entre los factores relacionados con el fruto son de importancia, el peso, su presentación (gajos, cortada, entera), la variedad, la presencia de daños y el estado de madurez del fruto en el momento de envasado. El peso es importante porque la tasa respiratoria del fruto aumenta en relación a su peso, así el consumo de oxígeno será mayor en un envase con mayor peso de fruta envasada. Algo similar ocurre cuando se envasan piezas de fruta desgajadas o cortadas respecto a la respiración ya que ésta es mayor en relación a la superficie de fruta expuesta a la atmósfera del envase. La variedad es importante porque hay diferencias en el grosor y adherencia de la piel entre variedades. La mayor adherencia de la piel dificulta el pelado. También las variedades tipo Navel (con ombligo) presentan dificultades añadidas al pelado y al desgajado porque es difícil evitar roturas en el fruto. En este aspecto las variedades Salustiana y Valencia no presentaron mayores dificultades en el pelado. Obviamente si la naranja se envasa en rodajas, en cuartos o en mitades la influencia de la variedad es de menor importancia.

El cuarteado o la sección del fruto en dos mitades influye en la conservación del fruto aumentando la actividad metabólica y disminuyendo por consiguiente la duración del producto. En Artés et al. (2007) se envasaron limones con distintos tipos de presentación (en cuña, en rodaja, en 1/2 rodajas y en 1/4 rodaja) y obtuvieron diferencias significativas por el tipo de corte en el contenido de sólidos solubles, acidez titulable, ácido ascórbico y etanol. También la posibilidad de contaminación microbiológica del fruto es mayor cuando se envasa cortado o cuando presenta daños en su superficie.

El índice de madurez (relación entre sólidos solubles y acidez) en el momento del envasado determina parcialmente el contenido en sólidos solubles. Conforme aumenta la maduración del fruto (índice de madurez alto) el contenido en sólidos solubles es mayor. También es necesario considerar que cuando la Sacarosa se invierte en Glucosa y Fructosa aunque el contenido en azúcares es el mismo, el dulzor en cambio es mayor porque la Fructosa tiene un poder edulcorante mayor que la Sacarosa. Estos azúcares provienen en parte de los polisacáridos de reserva (hemicelulosa) de la pared celular que en estados de madurez avanzada son insuficientes para compensar el consumo de azúcares reductores en la respiración. Esto puede explicar en parte las diferencias obtenidas en sólidos solubles en los diferentes ensayos. Cuando se envasaron naranjas con índice de madurez bajo (ensayos 1 y 5) se obtuvieron alzas en el valor de sólidos solubles. Sin embargo en los que se emplearon naranjas con índice de madurez medio o alto (ensayos 2-3 y 4) generalmente el contenido en sólidos solubles disminuyó.

Se observó en todos los ensayos un descenso significativo en el primer control (7 días) en el contenido en acidez. Esto es atribuible al stress de manipulación del fruto ya que el análisis inicial en todos los ensayos se realizó con muestras sin procesar. En todo

caso el contenido en acidez tiende a bajar durante el almacenamiento del producto y esto coincide con los resultados obtenidos por otros autores (Rocha et al., 1995).

Insistir en que se han de considerar los distintos factores que influyen en la evolución del fruto de forma interrelacionada. El material de envasado empleado y la atmósfera contenida en el envase son claves para entender el comportamiento del producto. Durante el período de almacenamiento el fruto continúa respirando por lo que la permeabilidad del plástico empleado y la atmósfera activa de envasado junto a la temperatura de almacenamiento determinan el contenido en oxígeno y dióxido de carbono residual en el interior del envase. En ausencia de oxígeno el fruto sufre fermentación anaerobia con efecto inmediato en el aroma y sabor del mismo. Adicionalmente a mayor cantidad de oxígeno el metabolismo respiratorio es mayor por lo que el dióxido de carbono también aumenta. Un porcentaje mayor de dióxido de carbono también reduce la actividad metabólica del fruto. Esto unido a una mayor actividad respiratoria debido al corte y desgajado del fruto provocó que en los dos primeros ensayos el fruto se alterara antes con peor valoración en el aroma y en el sabor. En el tercer ensayo este fenómeno se compensó parcialmente con el uso de fruta intacta y con un mayor porcentaje de oxígeno en el envase con resultados favorables en la valoración sensorial en las dos primeras semanas de almacenamiento. En los ensayos 4 y 5 se empleó un material de envasado diferente aunque a los 14 días aproximadamente el contenido de oxígeno en el interior del envase era muy bajo lo que explica que la valoración sensorial fuera favorable hasta el segundo control a los 14 días.

El control microbiológico mostró resultados muy bajos en general en todos los ensayos con poca influencia del tratamientos químico utilizado (Sorbato Potásico o Ácido Cítrico). El resultado en los recuentos puede ser debido a la acidez natural del fruto y a las condiciones de anoxia al final del almacenamiento en todos los ensayos. Otros autores han obtenido diferentes valores de recuentos de microorganismos en naranjas; Restuccia (2006) obtuvo un recuento de levaduras a los 12 días de  $10^5$ ; Pretel (1997) obtuvo recuentos de aerobios mesófilos a los 11 días de  $10^4$ ; Palazón (2006) obtuvo recuentos de mohos y levaduras a los 10 días de  $10^7$  y de aerobios mesófilos de  $10^5$ ; Pao (1997) obtuvo recuentos entre  $10^3$  y  $10^{1.5}$  de mohos y levaduras y entre  $10^{2.5}$  y  $10^4$  de aerobios mesófilos a los 14 días de almacenamiento a  $4^\circ\text{C}$  en naranjas peladas y tratadas con solución de ácido cítrico.

Los resultados de respiración del fruto confirmaron un fuerte incremento inicial de la tasa respiratoria con descenso paulatino a medida que la concentración de oxígeno descendía y un incremento final de la tasa respiratoria a concentraciones de oxígeno y de dióxido de carbono límites para el fruto. Estos resultados nos llevaron a fijar unas concentraciones ideales del 12,5%-11,5 de oxígeno y de 12,5-14,5% de dióxido de carbono. A estas concentraciones la respiración del fruto es mínima. Por esto un envase bien diseñado ha de conseguir esas concentraciones en el equilibrio para procurar una menor tasa respiratoria en el fruto y por consiguiente una mayor vida útil.



