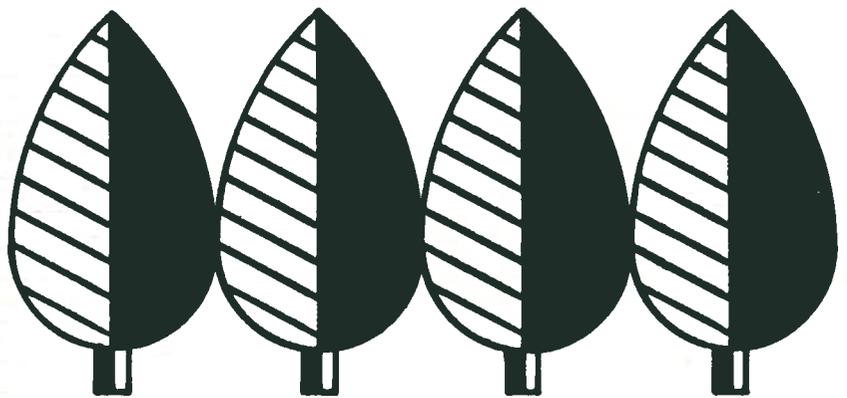


Información Técnica 2/87

FUNDAMENTO Y ESTADO ACTUAL DE LAS RECOMENDACIONES DE ABONADO DE LA CAÑA DE AZUCAR



JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS

**FUNDAMENTO Y
ESTADO ACTUAL
DE LAS RECOMENDACIONES
DE ABONADO DE LA
CAÑA DE AZUCAR**

FUNDAMENTO Y
ESTADO ACTUAL
DE LAS RECOMENDACIONES
DE ABONADO DE LA
CASA DE AGRICULTORES

Publicación de la Consejería de Agricultura y Pesca
de la Junta de Andalucía.

Edita: DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS.
Centro de Información y Documentación Agraria - Sevilla.

Colección: TECNICA - Información Técnica n.º **2/87**

Autores: VARIOS

Diseño: HELIODORO FERNANDEZ LOPEZ.

I.S.B.N.: **84 - 505 - 6914 - X**

D. Legal: **SE - 786 - 1988**

Imprime: J. de Haro - Sevilla.

FUNDAMENTO Y ESTADO ACTUAL DE LAS RECOMENDACIONES DE ABONADO DE LA CAÑA DE AZUCAR

Leandro OLALLA MERCADE (*)
Francisco JURADO GRANA (*)
Enrique NAVARRO CARRILLO (*)
Araceli MIRA BELDA (*)

(*) Departamento de Suelos y Riegos de la D.G.I.E.A.
Centro de Investigación y Desarrollo Agrario. CHURRIANA (Málaga)

INDICE

	Pag.
Introducción	11
Revisión Bibliográfica	11
Diferenciación de suelos y situaciones ..	19
Recomendaciones	19
Bibliografía	21

INTRODUCCION

La caña de azúcar se cultiva en el litoral sur de la Península Ibérica de forma intensiva, bajo riego, y con fuertes aplicaciones de abonados orgánicos y minerales. Las dosis habituales en la zona pueden suponer costes del orden de 50.000 Ptas./Ha., sólo inferiores a los de recolección. Trabajos preliminares llevados a cabo en el Departamento de Suelos y Riegos del Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de Churriana (Málaga) apuntan la posibilidad de que se estuviera abonando en exceso.

En el presente trabajo se hace una revisión bibliográfica de las bases de la fertilización en caña de azúcar, así como de los resultados experimentales obtenidos hasta la fecha, llegándose a una serie de conclusiones que puedan contribuir a racionalizar el uso de los abonos, en este cultivo, en la zona sur española.

REVISION BIBLIOGRAFICA

Datos sobre la extracción real de nutrientes fueron recopilados exhaustivamente (Van Dilejwin, 1952), con cifras variables en función de la situación geográfica, edad de la caña, y especialmente, el uso que se haga de la parte «no industrial» de la caña (cabos y hojas). En las condiciones de cultivos de la zona, y dado el procedimiento de recolección que incluye la quema previa de la plantación y, en cualquier caso, la quema de los residuos sobre el terreno, puede suponerse que el Nitrógeno contenido en esas partes se pierde, y en cambio esto no ocurre con el resto de los nutrientes minerales. La amplia información, se resume en el cuadro n.º 1. Se citan en él específicamente cifras de Louisiana (EE.UU.), por entender que existe una cierta similitud con las condiciones de la zona.

CUADRO N.º 1. EXTRACCION DE NUTRIENTES EN KG., REFERIDA A 1 TM. DE CAÑA LIMPIA, Y SU PARTE ASOCIADA DE CABO Y HOJAS. (1)

	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO		FeO		SiO ₂	
	Interv.	V.U. (2)	Interv.	V.U.	Interv.	V.U.	Interv.	V.U.	Interv.	V.U.	Interv.	V.U.	Interv.	V.U.
Caña limpia	0,4 - 0,7	<u>0,4</u>	0,1 - 1,0	<u>0,9</u>	0,2 - 3,2	<u>2,6</u>	0,1 - 0,4	0,3	0,1 - 0,8	0,3	0,1 - 0,3	0,2	1,1 - 4,5	2,2
Cabo	0,1 - 0,7	0,7	0,0 - 0,4	0,3	0,3 - 1,8	1,8	0,0 - 0,4	0,3	0,1 - 0,3	0,2	-	-	0,4 - 4,1	3,9
Hojas	0,2 - 0,4	0,3	0,0 - 0,2	0,1	0,3 - 0,9	0,6	0,3 - 0,8	0,5	-	-	-	-	5,2 - 10,2	7,7
Total partes aéreas	0,8 - 1,8	<u>1,4</u>	0,2 - 0,9	<u>1,3</u>	1,8 - 5,8	<u>5,0</u>	0,5 - 1,9	1,1	0,5 - 1,2	<u>0,8</u>	1,8 - 1,7	<u>1,2</u>	6,8 - 20,9	<u>13,8</u>

(1) Fuentes diversas citadas en el libro "Botany of Sugar Cane", de C. Van DILLEJWIN, y reelaboradas.

(2) V.U.: Valor utilizado, correspondiente a cifras de Louisiana (EE.UU)

Estas cifras permiten llegar a una estimación orientativa de la extracción de nutrientes para una cosecha de 100 Tm./Ha., bajo las hipótesis citadas en el párrafo anterior, recogiendo en el cuadro n.º 2.

CUADRO N.º 2

EXTRACCION DE NUTRIENTES PARA UNA COSECHA DE 100 Tm/Ha EN LAS CONDICIONES HABITUALES DE LA ZONA CAÑERA PENINSULAR

EQUIVALENTES EN ABONO TIPICO

	Kg/Ha	Clase	Cantidad (Kg/Ha)
Nitrógeno (N)	140	Sulfato amónico (21%)	667
Fósforo (P ₂ O ₅)	90	Superfosfato (18%)	500
Potasio (K ₂ O)	260	Sulfato potasa (48%)	542
Calcio (Ca O)	30	-	-
Magnesio (Mg O)	30	-	-
Hierro (Fe)	20	-	-
Sílice (Si O ₂)	220	-	-

Frente a estas cifras, las aportaciones habituales de abonados en la zona pueden subir hasta 500 Kg/ha de N, 150 Kg/ha de P₂ O₅ y 200 Kg/ha de K₂O (Olalla, 1978). La enorme divergencia entre estas cifras y las anteriores, está probablemente relacionada con técnicas de riego y aplicaciones de abono tales que producen una fuerte lixiviación, o pérdida por lavado, de nutrientes. De hecho, muchas de las aguas subterráneas de la zona tienen una contaminación nítrica importante. OWEN and BARRACLOUGH (1983), recogen un hecho similar, contrastado experimentalmente, con aplicaciones de Nitrógeno superiores a 500 Kg/ha en praderas.

Como puntos de referencia, se resumen las recomendaciones de abonado de diferentes países o zonas similares a la del trabajo, así como niveles de referencia en suelo y hoja. Se han utilizado esencialmente datos recopilados por JACOB y UEXKULL (1965), contrastados en algún caso con otras publicaciones. Para el Nitrógeno se citan aportaciones desde 45 Kg/ha en Louisiana, hasta 200 Kg/ha/año en los países como Hawai de más elevada producción.

Las cifras de Fósforo son enormemente variables, en función precisamente del contenido del suelo en Fósforo asimilable. Suelos con valores superiores a los 25-30 Kg/ha no dan respuesta a la fertilización con este elemento. Las aplicaciones habituales oscilan entre 50 y 100 Kg/ha de $P_2 O_5$, aunque en algún caso, como en suelos muy lavados con un alto índice de fijación se aconsejan dosis de hasta 250 Kg/ha (An., 1947; King, 1965; Jacob, 1965; Humbert, 1963).

Con relación al Potasio, la fertilización habitual se encuentra entre 100 y 195 Kg/ha de $K_2 O$, si bien sólo se obtiene respuesta cuando el nivel de Potasio asimilable en suelo está por debajo de 65 ppm. Entre 65 y 120 la respuesta es errática y, por encima de 120, no suele haberla.

La fertilización con Magnesio y Calcio puede ser interesante en suelos ácidos, pero desde luego no parece ser un problema de la zona cañera española. Por ello no se considera en este trabajo.

LOMBARDIA (1958), trabajando con la variedad POJ-2727 en la zona de Motril, intentó relacionar los valores N-P-K foliares con las producciones óptimas. Aunque obtuvo unos valores definidos y útiles en aquel momento, la sustitución de aquella variedad por la NCO-310, y recientemente por alguna otra, puede dar lugar a índices diferentes.

Se recogen de Jacob (1965) unos valores indicativos para suelo y hoja en los cuadros 3, 4 y 5, para, a falta de datos propios, dar una idea sobre los mismos.

**CUADRO N.º 3. NORMAS EMPLEADAS POR EL «IMPERIAL COLLEGE OF TROPICAL AGRICULTURE»
PARA LA DETERMINACION DE FACTORES EDAFICOS (1).**

ESTADO NUTRITIVO	NITROGENO TOTAL KJELDAHL		ACIDO FOSFORICO DISPONIBLE POR TRUOG		POTASIO INTERCAMBIABLE EN (EN ACIDO ACETICO 0,5 N)	
	Arenas y gredas (p. 100)	Limos y arcillas (p. 100)	Arenas y gredas P ₂ O ₅ p.p.m.	Limos y arcillas P ₂ O ₅ p.p.m.	Arenas y gredas K ₂ O p.p.m.	Limos y arcillas K ₂ O p.p.m.
Muy elevado	0,36-0,29	0,40-0,34	120-95	200-160	330-160	540-420
Elevado	0,29-0,24	0,34-0,29	95-75	160-125	260-210	420-350
Moderadamente elevado ...	0,24-0,20	0,29-0,24	75-60	125-100	210-170	320-275
Mediocre	0,20-0,16	0,24-0,19	60-45	100-75	170-140	275-225
Medio	0,16-0,12	0,19-0,14	45-30	75-50	140-110	225-175
Moderadamente bajo	0,12-0,08	0,14-0,09	30-15	50-25	110-80	175-125
Bajo	0,08-0,04	0,09-0,04	15-7	25-12	80-45	125-75
Muy bajo	0,04-0,00	0,04-0,00	7-0	12-0	45-0	75-0

(1) Del libro «Nutrición y Abonado de los Cultivos Tropicales y Subtropicales», de A. JACOB y H. W. UEXKÜLL, pág. 176.

CUADRO N.º 4
VALORES -N-P-K- FOLIARES EN ISLA MAURICIO:
PARTE MEDIA DE LA TERCERA HOJA DE LA SOCA DE LA
VARIEDAD M-134/32 A LA EDAD DE 5 - 7 MESES

NUTRIENTES EN LA MATERIA SECA

ESTADO DE FERTILIDAD DEL SUELO	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%
Altamente deficiente	1,45	0,35	0,75
Deficiente	1,45 - 1,65	0,35 - 0,45	0,75 - 1,25
Optimo	1,66 - 1,85	0,46 - 0,55	1,26 - 1,75
Muy alto	1,85	0,55	1,75

Op. cit. pg. 117

CUADRO N.º 5
VALORES LIMITES PARA CAÑA DE AZUCAR
INDICADOS PARA LA UNION SUDAFRICANA

NUTRIENTES EN LA MATERIA SECA FOLIAR

ESTADO DE FERTILIDAD DEL SUELO	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%
Muy bajo	1,00	0,25	1,00
Bajo	1,00 - 1,25	0,25 - 0,32	1,00 - 1,60
Medio	1,25 - 1,45	0,33 - 0,40	1,61 - 1,80
Alto	1,45 - 1,65	0,41 - 0,50	1,81 - 2,00
Muy alto	1,65	0,50	2,00

Op. cit. pg. 175

Las primeras experiencias del Departamento están recogidas en sendas publicaciones (Olalla, 1970 y 1978). De la última se reproduce el siguiente texto:

«Tras una serie de experiencias realizadas solamente para el abono nitrogenado, se inició una serie de ensayos incluyendo al Fósforo y al Potasio. Se pensaba que quizás, la falta de respuesta podría tener algo que

ver con limitaciones o interacciones de otros elementos. Se planteó, pues, un ensayo con seis niveles de Nitrógeno (de 0 a 375 Kg. de N) y dos de Potasio (150 y 300 Kg. de K_2O). Este ensayo se repitió tres años consecutivos sobre la misma parcela y con el mismo diseño. Así se intentaba ver si había efectos residuales del cultivo anterior que enmascaraban los efectos de los tratamientos. Se encontró que, para dosis de Nitrógeno superiores a 150 Kg/ha, las diferencias eran significativas con relación a las inferiores, pero no entre ellas. Diferencias que fueron más acusadas en el segundo y tercer año, y que en el primero no llegaron a ser significativas. El abonado potásico extra, no produjo diferencias y no hubo interacciones.

A la vista de estos resultados se pensó que era necesario afinar más y que se requeriría disponer de análisis foliares. Cuando se creó el Laboratorio Agrícola Regional de Atarfe, se planteó un diseño N-P-K, factorial $4 \times 2 \times 2$, incluyendo además un tratamiento cero y otro a uso y costumbre de la zona. Se realizaron análisis de suelos previos por repeticiones, y análisis foliares sobre plantación en desarrollo. Desgraciadamente, este planteamiento coincidió con la infección masiva del Mosaico, y todo el ensayo resultó estar muy contaminado. No hubo diferencias de ninguna clase para el Fósforo y el Potasio, y pareció detectarse una ligera depresión para elevadas dosis de Nitrógeno, aunque no fue significativa. De acuerdo con la experiencia previa, las diferencias se hubieran notado a partir del segundo año, pero ante la fuerte contaminación, se desistió de seguir. La parcela fue abandonada, y este tema será incluido en los nuevos planteamientos. El ensayo sirvió para obtener una serie de valores de contenidos foliares en macro y micro nutrientes, que puede servir de referencia para trabajos posteriores. Los valores medios indicando el intervalo de valoración, se dan en el cuadro n.º 6».

CUADRO N.º 6
VALORES MEDIOS DE NUTRIENTES
EN HOJAS N. 3, 4, 5 y 6

NUTRIENTES	VALOR MEDIO	INTERVALO
Nitrógeno	1,76 p. 100	1,97 - 1,64
Fósforo	0,21 »	0,19 - 0,23
Potasio	1,07 »	0,91 - 1,22
Calcio	0,30 »	0,19 - 0,44
Magnesio	0,22 »	0,17 - 0,36
Cobre	12 p.p.m.	8 - 22
Hierro	97 »	54 - 157
Zinc	26 »	20 - 56
Manganeso	25 »	12 - 42

Los valores expuestos son normales, salvo en los de Nitrógeno que parecen ser algo bajos (el valor normal se sitúa sobre 2,00), en concordancia con la baja producción media obtenida (73 Tm/ha). La alta variabilidad se explica en función de la diseminación de los focos de Mosaico dentro de la parcela, con los consiguientes rodales de vegetación deprimida.

Los últimos ensayos realizados en Churriana (Olalla, 1986), con aplicaciones de Nitrógeno variables (0-400 Kg/ha) Fósforo (0-200 P₂ O₅ Kg/ha), Potasio (0-300 K₂O Kg/ha) y materia orgánica (estiércol fresco de establo; 0-200 Tm/ha), confirmaron la falta de respuesta de la producción de caña de azúcar a los diferentes tratamientos, salvo una leve depresión producida por la dosis más alta de abonado mineral (400-200-300), asociada a una elevación de la C. E., en el extracto de saturación del suelo. Las aguas de riego en este ensayo, contaminadas con nitratos, dieron una aportación global de 250 Kg. de Nitrógeno por hectárea y año. Los altos contenidos de Fósforo y Potasio asimilables en suelo justifican la falta de respuesta a estos elementos.

DIFERENCIACION DE SUELOS Y SITUACIONES

Al hablar de zona cañera en la península –aún se cultiva algo la caña de azúcar en las Islas Canarias exclusivamente para ron–, se hace referencia a tres subzonas bastantes diferenciadas: Málaga, Vélez-Málaga y Motril-Salobreña. En estos tres lugares, el suelo dedicado a la caña de azúcar es aluvial en su mayor parte, situándose en las partes bajas de los valles de los ríos Guadalhorce, Vélez y Guadalfeo, respectivamente. Especialmente en las dos primeras, esta zona aluvial puede extenderse varios kilómetros aguas arriba desde la desembocadura, subiendo incluso por algunos de los afluentes, hasta donde el frío llega a ser el factor limitable. Rodeando la zona aluvial de formación más moderna, se encuentran terrazas más antiguas de los valles respectivos, con suelos algo más pesados. Y finalmente, unas zonas de borde, no importantes en superficies y de características muy variadas, que en muchos casos corresponden a terrenos de reciente transformación en regadío.

Desde el punto de vista del abonado puede apuntarse que, en general, el contenido en nutrientes de los suelos de Málaga y Motril disminuye en relación a los de Vélez-Málaga, que geográfica y químicamente se encuentra en el centro. Y dentro de cada zona, una disminución también cuando se pasa de tierras más pesadas a las más ligeras. Las zonas bajas de las vegas pueden tener algún problema de salinidad; finalmente, el que las aguas de riego sean de pozo, con una contaminación nítrica probable, o de acequia, es otro factor a tener en cuenta.

RECOMENDACIONES

La enumeración de posibles diferencias, citada en el apartado anterior, debe ser tenida en cuenta; pues en el conocimiento de la zona cañera, no se ha llegado al suficiente detalle analítico como para hacer recomendaciones concretas. Un análisis de suelo, complementado, si hay caña en pie, con uno de hoja, deberá ser el punto de partida de una recomendación.

Las recomendaciones orientativas serían las que se exponen en cuadro n.º 7.

CUADRO N.º 7

ZONA	NITROGENO Kg/Ha	FOSFORO (P ₂ O ₅) Kg/Ha	POTASIO (K ₂ O) Kg/Ha
Málaga-Churriana	100 (1 apl.) (2)	(1)	(1)
Málaga-Vega	200 (2 apl.)	(1)	(1)
Vélez-Málaga	200 (3 apl.)	100	(1)
Motril	300 (3 apl.)	100	250

Sobre estas orientaciones, hay que considerar los siguientes factores a la hora de decidir el abonado:

a) La heterogeneidad de los suelos de cada vega es grande, y pueden darse situaciones que modifiquen sensiblemente estas recomendaciones. El ideal sería realizar un análisis de suelo, para conocer exactamente sus características.

b) Debe ser tenido en cuenta el sistema de riego y su interacción con la textura del suelo. Si se aplican, como en Motril por ejemplo, volúmenes muy importantes de agua en suelos de buen drenaje, se va a producir un lavado intenso de los nutrientes más solubles (nitratos, p. ej.). A pesar de que en estos casos se debe hacer el máximo fraccionamiento posible del abonado nitrogenado, la eficiencia será siempre menor, y por ello pueden ser necesarias dosis algo más elevada.

c) El análisis del agua de riego es muy importante, especialmente cuando se trata de aguas subalveas. Muchas de ellas están contaminadas con nitratos, y en este caso, el abonado nitrogenado podría ser reducido o incluso totalmente suprimido.

(1) Donde no parezca necesario el abonado fosfopotásico, y debido a que puede darse un empobrecimiento paulatino de las tierras, se puede prever una dosis fuerte antes de la plantación, basada en extracción anual de nutrientes de 90 Kg/Ha P₂O₅ y 260 Kg/Ha K₂O para una cosecha de 100 Tm/Ha.

(2) Supuesto que el agua de riego sea de pozo con alguna contaminación nítrica.

BIBLIOGRAFIA

- ANON 1947.
SEVENTEENTH ANNUAL REPORT OF THE SUGARCANE RESEARCH STATION.
Maritius.
- HUMBERT R. P. 1963.
THE GROWING OF SUGARCANE.
Elsv. Publ. Co., pág. 141 y sig.
- JACOB A. AND UEXKULL H. V. 1964.
NUTRICION Y ABONADO DE CULTIVOS TROPICALES Y SUBTROPICALES.
Pág. 167 y sig.
- KING N. J. MUNGOMERY R. W. AND HUGHES C. G. 1965.
MANUAL OF CANE GROWING
AM. Elsevier Publ. Co.
- LOMBARDIA V., 1958.
CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS HOJAS DE CAÑA DE AZUCAR CORRESPONDIENTES A LAS CONDICIONES PRODUCTORAS DE LA COSECHA MAXIMA DE CAÑA Y SACAROSA - CULTIVOS DE LAS VEGAS DE MOTRIL Y SALOBREÑA.
- OLALLA L. 1970.
RESUMEN DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS EN EL ULTIMO DECENIO EN LA CAÑA DE AZUCAR.
Publ. Divulg. Centro Cultivos Subtropicales.
- OLALLA L. 1978.
CAÑA DE AZUCAR: RESUMEN DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS EN 1970-78.
Pág. 6-9. Publ. Divulg. Centro Cultivos Subtropicales.
- OLALLA L., NAVARRO E., MIRA A., JURADO F. 1986.
ANALISIS OF THE LACK OF RESPONSE TO FERTILIZER APPLICATIONS IN SUGARCANE GROWN AT CHURRIANA (MALAGA) SUGAR CANE N.º 4.
- OWEN T. R. AND BERRACLOUGH D. 1983.
LESSIVAGE DE NITRATES D'HERBAGES FORTEMENT FERTILISES.
FERTILISANTS ET AGRICULTURE, N.º 85 SEPT.
- VAN DILLEJWIN 1952.
BOTANY OF SUGAR CANE.
ED. ELSEVIER.

Edita:

**Dirección General de Investigación
y Extensión Agraria**

**Centro de Información y
Documentación Agraria**

SEVILLA

PRECIO: 125 Ptas.