EFECTO DEL FOSFORO, POTASIO Y DOSIS DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD DEL FRUTO Y CONTENIDO FOLIAR DEL NARANJO VALENCIA

J. HERNANDEZ
Instituto de Ciencia Agrícola
Gaveta Postal No. 1
San José de las Lajas, La Habana.

Este experimento se desarrolló con árboles adultos de naranja Valencia en un suelo — rojo ferralítico en el sur de La Habana — (Cuba). Se utilizó un diseño de bloque al azar y los tratamientos fueron: 160, 320 y 480 g/ha de nitrógeno solo y 320 kg/ha de N con la adición de fósforo o fósforo más potasio. Se incluyeron árboles no fertilizados como control. Los resultados experimentales de 8 cosechas demuestran que las dosis de nitrógeno superiores a 160 g/ha no aumentaron los rendimientos ni mejoraron la calidad del fruto. En los tratamientos en que se eliminaron el fósforo y el potasio de la fertilización no disminuyó el rendimiento aunque el peso del fruto individual fue menor. El análisis foliar reflejó bien el estado nutricional de los árboles, pero resultó menos preciso diferenciar los niveles de nitrógeno empleados.

El nitrógeno es el elemento que mayor influencia tiene en el rendimiento de los cítricos, pero si se usa en exceso resulta antieconómico y puede afectar la calidad de los fru-

tos (11,15). El fósforo y el potasio, aunque tienen gran — influencia en el rendimiento y la calidad del fruto, en mu— chas regiones se encuentran en cantidades suficientes en el suelo como para asegurar buenas cosechas sin necesidad de — ser aplicados regularmente (Bar-Akiva 1968, Chapman 1968, - Smith 1966 b).

El análisis foliar, por otra parte, se ha desarrollado- como una herramienta de gran utilidad para el control de la nutrición de los cítricos. (Chapman 1960, Lassin et al. — 1969, Embleton y Jones 1963, Smith 1966 a .)

Este experimento se llevó a cabo con el propósito de — conocer los requerimientos de nitrógeno del naranjo Valencia late, determinar si es necesario aplicar P y K regularmente, y probar y ajustar el análisis foliar como método de control del estado nutricional.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimen— tal de Cítricos del INCA en Güira de Melena, en naranjo Va— lencia late, injertado sobre naranjo amargo, plantado en - - 1952 a una distancia de 7 x 7 m en un suelo rojo ferralítico sobre caliza profunda con un pH aproximado de 7,0.

Los tratamientos fueron 6, distribuidos en bloques al - azar con 6 repeticiones. La parcela estaba formada por seis árboles, separada de la parcela contigua por una hilera de - árboles protectores.

Los tratamientos fueron:

Testigo 0

N_1 ..... 160 kg/N/árbol en forma de NO_3NH_4

N_2 ..... 320 kg/N/árbol en forma de NO_3NH_4

N_3 ..... 480 kg/N/árbol en forma de NO_3NH_4

N_2P ..... 320 kg N + 160 kg P_2O_5 por árbol en - - forma de superfosfato.

N_2PK ..... 320 kg N + 160 kg P_2O_5 + 250 kg K_2O en forma de sulfato de potasio.

Los fertilizantes se aplicaron en dos partes, una mitad en febrero y la otra mitad en mayo. La aplicación se realizó sobre la superficie del terreno.

El sistema de cultivo fue el de suelo cubierto, controlando las malas hierbas con chapeadora mecánica.

El de riego se llevó a cabo por surcos hasta 1968, en - que se cambió por aspersión, aplicándose unos 600 m^3 de agua cada 15 días durante la época de seca.

En septiembre de cada año se tomaron muestras de hojas de ramas fructíferas de la brotación de primavera, según el método sugerido por Chapman (1960). Las hojas fueron analizadas para N y P colorimétricamente y para K y Ca por fotometría de llama.

Para el análisis de la calidad del jugo se tomaron — - 25 frutos al azar de cada parcela. El ácido cítrico se determinó por valoración con NaOH N/10; el ácido ascórbico por valoración con diclorofenol-indofenol y los azúcares se determinaron con refractómetro Abbe.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimientos

En la tabla 1 se muestran los rendimientos de 8 cosechas y su promedio. Las parcelas testigos (sin fertilizantes) presentaron diferencias significativas con las parcelas que se fertilizaron a partir del cuarto año de haberse comenzado el experimento.

La menor dosis de nitrógeno (1960 kg/ha) demostró ser - suficiente para proporcionar rendimientos de 210 kg/árbol. - El incremento de nitrógeno por encima de esta cantidad no — mejoró los rendimientos. Resultados similares se encontraron en Israel para la naranja Shamouti. (Ver Tabla 1.)

Las parcelas que recibieron fósforo o fósforo más potasio no mostraron diferencias significativas en el rendimiento comparadas con las que sólo recibieron nitrógeno en 7 de los 8 años, y presentaron promedios similares para los 8 años.

La poca respuesta de los cítricos a las aplicaciones de fósforo, debido a su bajo consumo, a las acumulaciones por - fertilizaciones anteriores y a su capacidad para tomar este elemento, es un hecho ampliamente probado. (Bar-Akiva 1968, Chapman 1968, Smith 1966 b).

El potasio, por otra parte, debido a las reservas de — algunos suelos, se conoce que en muchas zonas citrícolas se hace innecesario aplicarlo regularmente. (Smith 1966 b .)

Calidad del fruto

El promedio de los análisis de frutos de las 8 cosechas se presenta en la Tabla 2. El peso de los frutos resultó reducido por el aumento de las dosis de nitrógeno. Resultados similares lo reportaron Jones y Embleton (1961). Los mayores frutos los presentaron las parcelas sin fertilizantes, y los tratamientos N_2PK y N_2P. El efecto del potasio para compensar la disminución del tamaño del fruto producida por nitrógeno se ha demostrado anteriormente (Chapman 1968). La información acerca de la influencia del fósforo sobre el tamaño del fruto es contradictoria y así, mientras Hass y Brusca (1954) encontraron resultados similares a los que se obtuvieron en este experimento, Embleton et al. (1956) reportaron la disminución del tamaño del fruto a causa del fósforo.

No se presentaron diferencias significativas en el contenido del jugo, espesor de la corteza ni acidez de los frutos.

Los más altos contenidos de vitamina "C" los presentaron las parcelas sin fertilizantes. Entre los tratamientos fertilizados se registró muy poca diferencia, y presentaron los valores más bajos los árboles que recibieron N, P y K.

Los más bajos contenidos de azúcar los mostraron las parcelas que recibieron P y K. Igual influencia de estos elementos sobre el contenido de azúcar se ha reportado anteriormente (Smith 1966 b).

La relación azúcar-ácido más favorable la presentaron los árboles que no recibieron fertilizantes, seguidos por los que se les suministró la menor dosis de nitrógeno. La relación más baja la presentaron los árboles que recibieron N, P y K.

El color de los frutos se afectó negativamente por el incremento de la dosis de nitrógeno.

Análisis foliar

Nitrógeno: los resultados de los análisis foliares correspondientes a los 6 últimos años se presentan en la Tabla 3. Con excepción del año 1969, el contenido de nitrógeno de los árboles no fertilizados resultó significativamente menor todos los años comparados con los tratamientos que recibieron nitrógeno. Los valores foliares correspondientes a

las mayores dosis de nitrógeno no pasaron de 2,4%. Estos — valores son inferiores a los que aparecen en los estándares- desarrollados por Chapman (1960). Sharples e Hilgeman (1969) encontraron en Arizona, para la misma variedad y patrón em— pleados en este experimento, valores más bajos para hojas de ramas no fructíferas que los estándares desarrollados por - Reuther et al. (1958) para este tipo de hoja. Dichos auto— res concluyen que esas diferencias podían deberse al patrón y a las condiciones climáticas. Los contenidos relativamen- te bajos de nitrógeno en los árboles que recibieron las al-— tas dosis de este elemento pudieran tener una explicación — similar. Aunque los valores del contenido de nitrógeno de - las hojas aumentó con el incremento del nitrógeno aplicado,- la diferencia no resultó significativa entre las dosis de — nitrógeno empleadas, por lo que resultó difícil asociar los contenidos de este elemento en las hojas, con las cantidades de fertilizantes utilizados. (Ver Tabla 3.)

Se encontró un coeficiente de correlación de 0,61, al— tamente significativo, entre el rendimiento de los últimos - 5 años y el N, lo que indica la utilidad del método para - - evaluar la capacidad productora de las plantas.

En general, las cosechas bajas se asociaron con valores foliares inferiores a 1,85%, y las altas cosechas, con valo- res superiores a 2% de N en las hojas.

Fósforo y potasio: el contenido de estos elementos en - las hojas aparece en las Tablas 4 y 5. El rasgo más impor— tante en relación con el P y K foliar resultó ser su conte— nido relativamente alto en los árboles que no recibieron - - ningún fertilizante, incluso superior a los que recibieron - grandes dosis de estos elementos, lo que pone de manifiesto- la importancia de tener en cuenta otros factores, principal- mente el contenido de nitrógeno en las hojas en el momento - de interpretar los resultados del análisis foliar para estos elementos (Bar-Akiva 1968, Smith 1966 b).

El promedio más bajo que se encontró para el fósforo — fue de 0,075, sin que se llegaran a apreciar los síntomas de deficiencia, y para el potasio fue de 0,72, que pudiera con- siderarse cercano al nivel bajo si se tiene en cuenta la - - disminución en el tamaño de los frutos. (Ver Tablas 4 y 5.

1. Ciento sesenta kg de nitrógeno fueron suficientes — para obtener rendimientos de 210 kg/árbol (40 t/ha); dosis - superiores no aumentaron los rendimientos ni mejoraron la — calidad del fruto.

2. Cuando se dejó de aplicar fósforo y potasio no se — afectaron los rendimientos, y aunque los frutos fueron más - chicos no se pueden considerar aún como pequeños para la variedad. En este sentido, el efecto que se observó con el — potasio, en cuanto al aumento del tamaño de los frutos, puede justificar su uso en un momento determinado en que se desee aumentar su tamaño. Los principales efectos sobre la — calidad de los frutos por deficiencia de fósforo, como corteza gruesa y centro ahuecado, no se han observado aún después de 8 años sin aplicarse este elemento.

3. Se observó la utilidad del análisis foliar para evaluar el estado nutricional de los cítricos en relación con - el nitrógeno, aunque resultó menos preciso para diferenciarlas dosis empleadas de este elemento.

En general, los contenidos foliares resultaron más bajos que los sugeridos por Chapman para las hojas de ramas — fructíferas. Valores inferiores a 1,85% de nitrógeno se - - asociaron con los estados de deficiencias, y valores superiores a 2,00% con las buenas cosechas.

TABLA 1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO (kg/ARBOL) EN ALTAS Y BAJAS

Tratamientos	Cosecha								Promedio
	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1966/1973
Testigo	101	118	57	64 a	78 a	60 a	97 a	89 a	83 a
N_1	117	146	74	154 b	187 b	139 b	205 bc	210 b	154 b
N_2	116	153	80	148 b	187 b	135 b	197 b	203 b	152 b
N_3	117	157	85	151 b	175 b	136 b	209 bc	205 b	154 b
N_2P	107	149	83	152 b	186 b	137 b	233 c	206 b	156 b
N_2PK	120	152	66	152 b	170 b	165 b	235 c	203 b	158 b
Significación	N.S.	N.S.	N.S.	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
C.V. (%)	13	17	25	13	14	19	14	11	13

Cada valor es el promedio de 6 parcelas de 6 árboles cada una.

a, b, c, - Medias de tratamientos con letras iguales no difieren significativamente al 5% (décima de Duncan).

TABLA 2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA CALIDAD DE LOS FRUTOS (PROM. 8 AÑOS)

Tratamientos	Mediciones físicas			Composición del fruto			
	Peso fruto gramos	Jugo %	Espesor corteza (mm)	Azúcar %	Acidez	Vit. "C" mg/100 ml	A_3/ac
Testigo	206 d	53,3	3,54	10,5 c	0,84	46,5 c	12,59 c
N_1	191 abc	55,0	3,54	10,4 c	0,87	42,8 b	12,15 b
N_2	187 ab	54,8	3,51	10,2 bc	0,88	42,1 ab	11,64 a
N_3	185 a	55,6	3,52	10,3 bc	0,88	42,6 ab	11,86 ab
N_2P	198 bcd	54,3	3,60	10,1 ab	0,86	42,2 ab	11,81 ab
N_2PK	202 cd	54,3	3,57	10,0 a	0,88	41,0 a	11,40 a
Significación	xx	N.S.	N.S.	xxx	N.S.	xxx	xxx
C.V. %	4,01	2,70	3,46	2,18	3,6	3,6	3,65

Cada valor es el promedio de 6 parcelas de 6 árboles cada una.

a, b, c, - Medias de tratamientos con letras iguales no difieren significativamente al 5% (dócima de Duncan).

TABLA 3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE NITROGENO EN LAS HOJAS DE RAMAS FRUCTIFERAS DE 6 MESES DE EDAD (% MATERIA SECA)

Tratamientos	1968	1969	1970	1971	1972	1973	Promedio de: 1968 - 1973
Testigo	1,75 a	1,92	1,62 a	1,85 a	1,79 a	1,81 a	1,79 a
N_1	1,98 a	1,93	2,06 b	2,13 b	2,06 b	2,30 b	2,07 b
N_2	1,95 b	2,04	2,24 d	2,15 b	2,12 bc	2,33 b	2,13 bc
N_3	2,04 b	2,12	2,17 cd	2,28 bc	2,20 cd	2,30 b	2,18 bc
N_2P	2,18 c	2,00	2,07 bc	2,47 c	2,28 d	2,28 b	2,21 c
NPK	2,23 c	2,14	2,09 bc	2,20 b	2,23 cd	2,33 b	2,20 c
Significación	,05	N.S.	,05	,05	,05	,05	,05
C.V. %	5,0	9,3	4,0	7,5	4,5	6,7	4,5

TABLA 4. EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE FOSFORO EN LAS HOJAS DE RAMAS FRUCTIFERAS DE 6 MESES DE EDAD. (% DE MATERIA SECA)

Tratamientos	1970	1971	1972	1973	1970 - 1973
Testigo	0,157 b	0,124 c	0,082 ab	0,116 b	0,119
N_1	0,109 a	0,093 b	0,089 ab	0,097 ab	0,097
N_2	0,106 a	0,091 b	0,075 a	0,095 a	0,092
N_3	0,105 a	0,081 a	0,095 b	0,095 a	0,094
N_2P	0,103 a	0,097 b	0,124 c	0,080 a	0,10
N_2PK	0,101 a	0,094 b	0,120 c	0,085 a	0,10
Significación	,05	,05	,05	,05	N.S.
C.V. %	10	9,2	15,3	16,5	16,8

TABLA 5. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE POTASIO EN LAS HOJAS DE RAMAS FRUCTIFERAS DE 6 MESES DE EDAD (% DE MATERIA SECA)

Tratamientos	1968	1969	1970	1971	1972	1973	Promedio de: 1968 - 1973
Testigo	0,89	0,84	1,33 c	1,02 b	1,14 d	1,24 b	1,08 c
N_1	0,87	0,73	0,76 a	0,63 a	0,71 a	0,75 a	0,74 a
N_2	0,85	0,62	0,76 a	0,59 a	0,76 ab	0,74 a	0,72 a
N_3	0,81	0,66	0,76 a	0,53 a	0,89 bc	0,71 a	0,73 a
N_2P	0,98	0,66	0,77 a	0,65 a	0,75 ab	0,80 a	0,77 a
N_2PK	1,06	0,67	0,91 b	0,62 a	1,00 cd	1,05 b	0,89 b
Significación	N.S.	N.S.	,05	,05	,05	,05	,05
C.V.	16,7	20,0	12,5	1,4	14,6	14,6	12,2

Cada valor es el promedio de 6 parcelas de 6 árboles cada una.

a, b, c, - Medias de tratamientos con letras iguales no difieren significativamente al 5% (dócima de Duncan).

EFFECT OF PHOSPHORUS, POTASSIUM AND NITROGEN LEVELS ON QUALITY OF THE FRUIT AND FOLIAL LEVELS OF VALENCIA ORANGE TREES

This experiment was carried out with adult Valencia orange trees, on a red ferralitic soil south of Havana (Cuba). A randomized block design was used. Treatments were: - 160, 320 and 480 kg/ha of nitrogen only — and 320 kg N/ha with phosphorus or added.- Unfertilized trees were included as con— trols. The experimental results of 8 — harvests showed that nitrogen levels high- er than 160 kg/ha, increased neither the - yield nor the fruit quality. Treatments - without phosphorus nor potassium did not - affect yield although the individual fruit weight was lower. Foliar analysis gave a - good assessment of tree nutritional status but it was less precise in differentiating the nitrogen levels used.

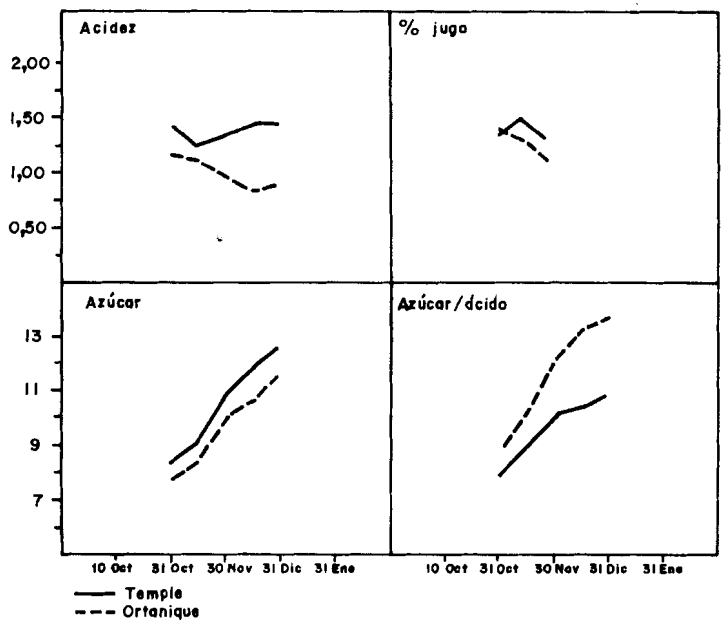

Figura 1. Análisis bromatológico de los frutos. Año 1974.

REFERENCIAS

1. ASO, P.J. 1970. Valores de nitrógeno foliar y productividad en naranjo Valencia. Revista Industrial - - Agrícola de Trucman 47 (3): 49-56.

2. BAR AKIVA, A. and Gotfried, A. 1971. Effect of nitrogen- and potassium nutrition on yield; Fruit quality — and mineral composition of Valencia orange trees. Agrochimica 15: 127-135.

3. BAR AKIVA, A. 1968. Comunicación personal. Diciembre 1968.

4. CHAPMAN, H.D. 1960. Leaf and soil analysis in citrus - - Orchards. Calif. Agri. Espt. Sta. Manual 25.

5. CHAPMAN, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus. The Citrus Industry Vol. II Chapter 3 p. Ed. W Reuther.

6. CASSIN, J. et al. 1969. General study of leaf analysis - under corsican environmental conditions Prov. - — First Inter. Citrus Symposium 3: 1689-1711.

7. EMBLETON, T.W. and W.W. Jones. 1963. Leaf analysis fertilizer program for oranges. Calif. Citrograph 339.

8. EMBLETON, T.W. Jones, W.W., Page A.L. and Platt, R.G. — 1969. Potassium and Calif. Citrus. In: Proc. - — First Int. Citrus Symposium Ed. H.D. Chapman; 3: - 1599-1603 (University of California Riverside).

9. EMBLETON, T.W., Kirpatrick, J.D. Jones, W.W. and Cree, C.B. 1956. Influence of applications of dolomite - - - potash and phosphate on yield and size of leaves - of Valencia orange trees. Proc. Amer. Soc. Hort. - Sci. 67: 183-190

10. HASS, A.R.C. and Brusca, J.N. 1954. Valencia fruit - — sizes increased. Calif. Agric. 8 No. 8 13-14.

11. JONES, W.W. and Embleton T.W. 1961. Influence of nitrogen on Valencia orange size. Calif. Citrograph - - 46 (10): 312-330.

12. PAGE, A.L., Gauge T.J., Embleton T.W. and Jones W.W. - - 1969. Soil factors influence on citrus in Cali— fornia. Proc. First Inst. Citrus Symposium 3: — 1605-1612 Ed. H.D. Chapman; University of California. Riverside.

13. REUTHER, W., Embleton, T.W. and Jones W.W. 1958. Mineral nutrition on tree crops. Ann. Rev. Physiol. 9: — 175-206.

14. SMITH, P.P. 1966. Leaf analysis of citrus in: Temperate- to Tropical Fruit Nutrition. Chapter VIII. Ed. — N.F. Childer; Hort. Publ. Rutgers Univ. New Brunswick N.J.

15. SMITH, P.F. 1966. Citrus nutrition. In: Temperate to - - Tropical Fruit Nutrition. Chapter VII p. 174-207- Ed. N.F. Childers; Hort Publications Rutgers University New Branswisk N.J.

16. SHARPLES, G.C. and Hilgeman R.H. 1969. Influence of - - differential nitrogen fertilization and production. Trunk growth; fruit size and quality and - foliage composition of Valencia orange trees in — Central Arizona In: Proc. First Inst. Citrus Symposium.