

FERTILIZACION NITROGENADA EN MANZANOS. I. EFECTO EN PRODUCCION Y CALIDAD DE FRUTA¹

Nitrogen fertilization in apple trees. I. Effect on production and fruit quality

Rafael Ruiz S.²

SUMMARY

Between 1981 and 1985, an experiment was carried out with 12 years old Granny Smith and Richared Delicious apple trees, growing on a soil low in N.

A positive response in yield was obtained with 125 and 250 kg of N/ha, in both varieties. Granny showed clearer deficiency symptoms (chlorosis, less vigor, less foliage) and lower potential yield (610/o) than Richared (700/o), in the test (no N) plots.

Also, fruit quality (size and colour) responded positively to N levels, especially in Richared, and Granny showed less colour defects, with N applications.

Nitrogen had a very small effect on the occurrence of Bitter Pit.

INTRODUCCION

El nitrógeno representa el nutriente prioritario dentro de una jerarquización de los problemas nutricionales del manzano en el país. A nivel mundial, existen muchas experiencias de mediano y largo plazo, respecto a fertilización nitrogenada en manzanos, especialmente entre 1950 y 1960. En la mayoría de los casos, se presentan efectos positivos en rendimiento (Harlan y Collison, 1933; Boynton y otros, 1950; Cain, 1953; Weeks y otros, 1958; Zeiger, 1978). Pero existen otros casos, en los cuales no se producen estos aumentos (Benson y otros, 1957; Gachon y Collier, 1961; Rogers y Thompson, 1962; Dionne, 1967; Mason, 1964), o algunos trabajos en los cuales ocurren efectos negativos en producción (Weeks y otros, 1952), o en calidad de la fruta, principalmente problemas de falta de color en la fruta roja (Boynton y Cain, 1942; Weeks y otros, 1952; Beattie, 1954; Ruiz y Godoy, 1978), o mayor susceptibilidad al Bitter Pit (Chittenden, 1962; Gorini y Lalatta, 1965; Yamazaki y otros, 1969).

Estos resultados "contradictorios" no deben extrañar, al considerar que la fertilización nitrogenada está inserta dentro de un balance, en el cual participan elementos de aporte y de demanda de N, los cuales varían de un huerto a otro. Existe, por una parte, un aporte natural, que es una característica específica de cada suelo y, por otra, una demanda también variable, que está determinada por las necesidades nutricionales, para la construcción de la estructura soportante (tronco, ramas, raíces), el desarrollo de órganos productores de fruta (dardos), de hojas y, finalmente, de la fruta misma.

Por lo tanto, no es extraño que no ocurra una respuesta al N en un suelo con bajo contenido, cuando la demanda está limitada por factores de manejo. En otros casos, puede ocurrir que la respuesta no se presente o sea baja, debido a que la fertilidad natural del perfil del suelo sea suficiente para un determinado rendimiento. En ese caso, incluso es probable que una dosis "moderada" de N, produzca problemas de calidad en la fruta.

La experiencia que se discute en este artículo, fue planteada expresamente en condiciones de baja fertilidad del suelo en N por una parte, y de alto potencial

¹ Recepción de originales: 5 de julio de 1985.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

productivo para el frutal, por otra, con el fin de extremar la magnitud de la posible respuesta. Sólo bajo estas condiciones es dable esperar una respuesta clara al N, considerando que, si se quiere evaluar productividad como primera variable, el peso del factor fertilidad debe ser tal, que permita obviar la variabilidad entre árboles y el hecho de que elementos de manejo muy importantes, como la poda, no pueden homogeneizarse entre los árboles.

Dentro de este panorama, se concede especial énfasis al análisis foliar como herramienta de diagnóstico, capaz de señalar en qué punto del balance se encuentra una situación nutricional dada. También se pretende estimar la demanda nutricional, en algunos de sus componentes (fruta, poda) y a diferentes niveles de productividad, de manera de poder extender los resultados obtenidos.

Concretamente, los objetivos que se persiguen se pueden resumir en los siguientes:

- a. cuantificar el efecto de la fertilización nitrogenada en crecimiento del árbol y en producción y calidad de la fruta, en lo que atañe a calibres, presencia de bitter pit y coloración;
- b. relacionar el efecto del N, en las variables recién señaladas, con el análisis foliar respectivo, con el fin de validar los estándares en uso;
- c. cuantificar el efecto del N en los niveles foliares de otros nutrientes;
- d. estimar la magnitud de la extracción de N, y otros nutrientes asociados, a diferentes niveles de producción.

En esta I Parte, se cubre el primer objetivo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se encuentra ubicado en la localidad Olivar Alto (lat. 34° 12' S), en suelos planos, bajo riego, de origen aluvial reciente (Inceptisol), con buen drenaje externo e interno.

Los manzanos son Granny Smith y Richared Delicious, de 12 años de edad al inicio del ensayo (1981). La distancia de plantación es de 7,5 x 7,5 m y los árboles se manejan, desde el inicio del ensayo, bajo un sistema de cobertura de pasto natural, que se mantiene bajo siega. El riego se efectúa mediante bordes.

El historial de fertilización anterior ha considerado sólo aportes de N, en una cantidad moderada (60–80 kg N/ha), suspendiéndose totalmente el año ante-

rior al inicio del ensayo (1980), lo cual condujo a una seria deficiencia en el huerto, durante el estudio, en los tratamientos sin N.

Los tratamientos de fertilizantes consistieron en la agregación de 0,125 y 250 kg N/ha/año, en forma de urea, la cual se agregó localizada en bandas, a los costados del árbol, y se incorporó con una labor manual de azadón. El fertilizante fue agregado en el mes de agosto de cada año, a partir de 1981, evaluándose la producción a partir de 1983 en adelante. Al detectar valores bajos de potasio y síntomas carenciales de este elemento en Granny, en 1983 se adicionaron 2 kg de sulfato de potasio por árbol, en marzo del mismo año, a todos los tratamientos.

El diseño fue de bloques al azar, con tres repeticiones, manteniendo hileras borde por todos los costados. Los tratamientos se aplicaron a parcelas de 10 árboles (5 Granny y 5 Richared), evaluándose tres árboles de cada variedad, seleccionados por semejanza en desarrollo y diámetro de tronco.

Las mediciones efectuadas contemplaron: características químicas del perfil del suelo; producción de fruta total y por calibres, en las temporadas 1982/83, 1983/84 y 1984/85; niveles foliares de N, P, K, Ca, Mg y microelementos, en diferentes épocas; concentración nutricional en dardos; extracción de nutrientes (1983/84), en base a la toma de 60 frutos por tratamiento y repetición, su secado y posterior análisis; y peso fresco total de la poda por parcela, cortándose trozos representativos de madera del total podado, para los análisis. La evaluación de poscosecha (bitter pit), se efectuó en base a 270 frutos por tratamiento, mantenidos a 1° C, durante dos meses. La caracterización química del perfil se efectuó en base a muestras compuestas, provenientes de cuatro calicatas de 1,2 m de profundidad, vecinas a árboles borde.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización química del perfil

Los análisis (Cuadro 1) señalan un suelo con bajos tenores de materia orgánica y N actual disponible, lo cual, de acuerdo a informaciones del Laboratorio de Suelos de la Est. Exp. La Platina (INIA), se considera "normal", para este tipo de suelos en la zona central del país. Los niveles de P son muy bajos, a partir de 30 cm, pero los árboles no presentan deficiencias de este elemento. Los niveles de K son adecuados en el primer estrato, pero bajos a partir del segundo horizonte, no presentando los árboles síntomas carenciales de K al iniciar el ensayo. Los árboles mostraban, en cambio, notorios síntomas de carencia de Mg. Sin embargo, el nivel de este elemento en el suelo sería

CUADRO 1. Características químicas del perfil de suelo

TABLE 1. Chemical characteristics of the soil profile

Profundidad (cm)	Textura	pH	Materia orgánica %	N ¹ (ppm)	P ² (ppm)	Cationes de cambio (meq/100 g)				CIC (meq/100 g)
						Ca	Mg	Na	K	
0— 30	F	7,0	3,2	11	8	13,4	1,2	0,3	0,4	19,7
30— 60	F	6,9	1,8	4	2	13,1	1,3	0,3	0,2	19,1
60—120	FAa	7,0	1,1	5	3	12,1	1,2	0,3	0,2	19,1

¹ Nitratos más amonio. Se considera que niveles bajo 10 ppm son muy bajos.

² Fósforo Olsen.

adecuado, de acuerdo a estándares que señalan 0,76 meq/100 g como valor crítico (Jacoby, 1961 a), o bien, porcentajes menores al 60% de la CIC. La relación Ca/Mg es superior a 8,0, valor crítico, sobre el cual se presentan problemas de Mg en cítricos (Jacoby, 1961 b). De acuerdo a este último estudio, el balance inadecuado Ca/Mg podría ser el causante del problema.

Crecimiento del árbol

El incremento anual del perímetro de tronco es un buen indicador del desarrollo vegetativo del árbol. En la Figura 1 se presentan los valores alcanzados año a año, en forma acumulativa para las dos variedades, entre 1982 y 1985.

En Granny Smith, se observa una diferencia importante en el ritmo de crecimiento del tronco, a partir de 1982, especialmente con la dosis N-250. En Richared, la respuesta es clara con N-250 y, también, con N-125, a contar de 1983, cuando el testigo (N-0) tiende a detener su desarrollo.

Producción de fruta

En los tres años de mediciones (Cuadro 2), se observa un efecto claro del N, en aumentar el rendimiento total de fruta, en ambas variedades.

Un análisis más detallado señala diferencias en la respuesta de ambas variedades. Los testigos Richared rinden en promedio aproximadamente un 70% del rendimiento promedio de los tratamientos con N, mientras los testigos Granny llegan sólo al 61%, indicando que esta variedad sería más ineficiente para obtener el N natural del suelo, o bien, que la deficiencia en el árbol es mayor, debido a una mayor demanda. Esta diferencia entre las variedades fue visible en el terreno: los árboles testigos Granny mostraron siempre una mayor clorosis, menor vigor y cobertura de follaje, que los testigos Richared.

En la Figura 2 se presenta una comparación de la respuesta obtenida en ambas variedades, asumiéndose que la relación entre dosis y rendimiento es de tipo cuadrática. En base a esta representación, se acentúan las diferencias; la eficiencia del uso del N agregado, en términos de la producción relativa, es mayor en la variedad Granny, la cual responde con mayores incrementos en producción por unidad de N

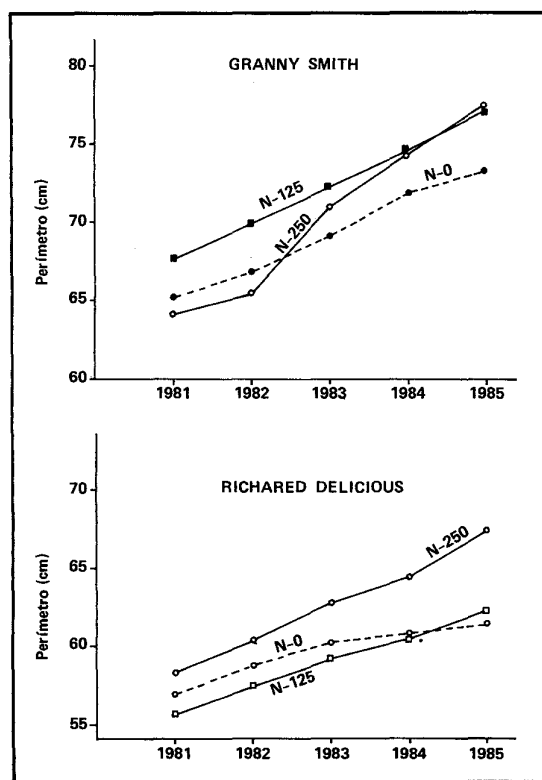


FIGURA 1. Perímetro de tronco, en relación al tratamiento nitrogenado.

FIGURE 1. Trunk perimeter, in relation to nitrogen treatment

CUADRO 2. Efecto del nitrógeno en producción de fruta (ton/ha)¹

TABLE 2. Nitrogen effect on fruit production (Ton/ha)

Dosis N (kg/ha)	1983	1984	1985	Promedio (1983-85)
GRANNY SMITH				
0	67,0 b	36,2 b	44,8 b	49,3
125	93,7 a	79,3 a	66,5 a	79,8
250	97,2 a	65,9 a	78,6 a	80,6
RICHARED DELICIOUS				
0	43,1 b	33,0 b	30,6 b	35,6
125	55,7 a	51,2 a	36,7 a	47,9
250	57,0 a	52,8 a	42,1 a	50,6

¹ Dentro de cada variedad y columna, cifras con igual letra no difieren estadísticamente, según Duncan con 5% de protección.

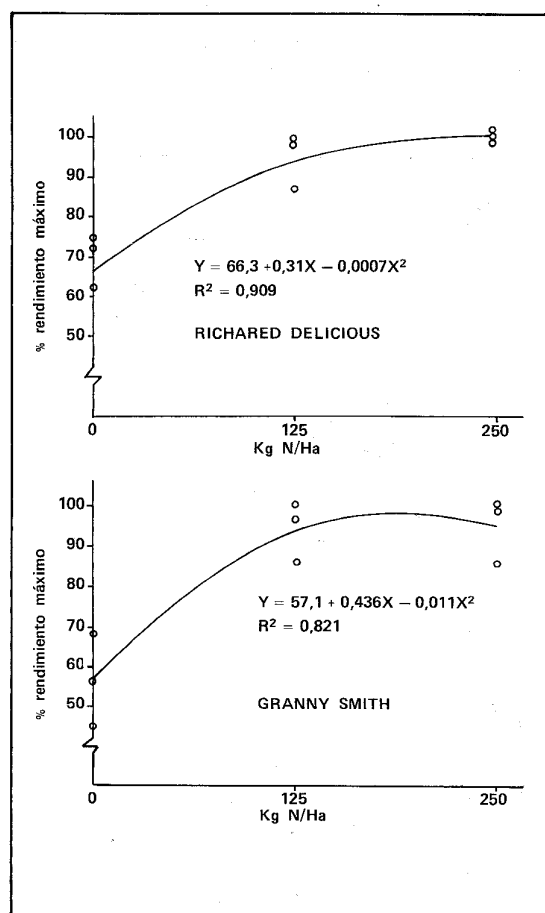


FIGURA 2. Relación entre dosis de N y rendimiento relativo (%/o).

FIGURE 2. Relation between N doses and relative yield (%/o)

agregado. La dosis óptima, de acuerdo a esta función, fluctuaría entre 150 y 175 kg N/ha, para Granny, y entre 175 y 200 kg N/ha, para Richared. Otra conclusión importante, que se puede deducir de estas curvas, es que al no fertilizar con N, o al utilizar dosis bajas, el detrimento es mayor en la variedad Granny.

Cabe señalar que la tendencia decreciente de la curva en Granny, a partir de 200 kg N/ha, se debe al ajuste al tipo de relación cuadrática y no a la situación real que señala el experimento. Este modelo se adapta bien a la respuesta obtenida en la fase de deficiencia neta, ya que enfatiza el hecho cierto de que a mayor deficiencia, mayor respuesta relativa, pero no sirve para ilustrar la etapa de la condición de suficiencia. En ninguna de las dos variedades se logró llegar a la etapa decreciente del rendimiento, por lo cual es aventurado señalar la dosis a la cual este fenómeno realmente comienza a ocurrir. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede señalar que tales efectos negativos en cuanto a producción total no ocurren dentro del rango de fertilización estudiado.

Efectos en el calibre de la fruta

El efecto del N, en cuanto a la distribución de calibres, se presenta en la Figura 3. Las categorías de calibres se han simplificado a cuatro, a saber; fruta muy grande (calibre 80-88), fruta grande (100-125), fruta mediana (138-150) y fruta chica (163 y menores). Los valores están en porcentaje de fruta dentro de cada categoría, para independizar el efecto del tratamiento en cada calibre del que ocurre a nivel de la producción total, que ya ha sido analizado.

A pesar de que las cifras varían bastante de año en año, es posible observar un efecto claro del N, en especial al comparar los calibres extremos. Así, por ejemplo, se advierte un efecto positivo del N en aumentar el porcentaje de fruta de mayor tamaño, especialmente en Richared, cosecha 1985. En dicha variedad se aprecia, además, una diferencia a favor de la dosis de 250 kg N/ha. En Granny, también se advierte esta tendencia, pero en menor grado.

Lógicamente, en el otro extremo (calibres 163 y menores) se advierte un efecto inverso importante del N en el porcentaje de fruta pequeña, en ambas variedades y, especialmente, en Richared.

Este efecto positivo del N, en aumentar los tamaños de la fruta, ha sido señalado por muchos investigadores, como Williams y Billingsley (1974); Raese y Williams (1974).

Coloración de la fruta

Este punto se refiere sólo a la fruta Granny, ya que en Richared se utilizó el producto ALAR, el cual pro-

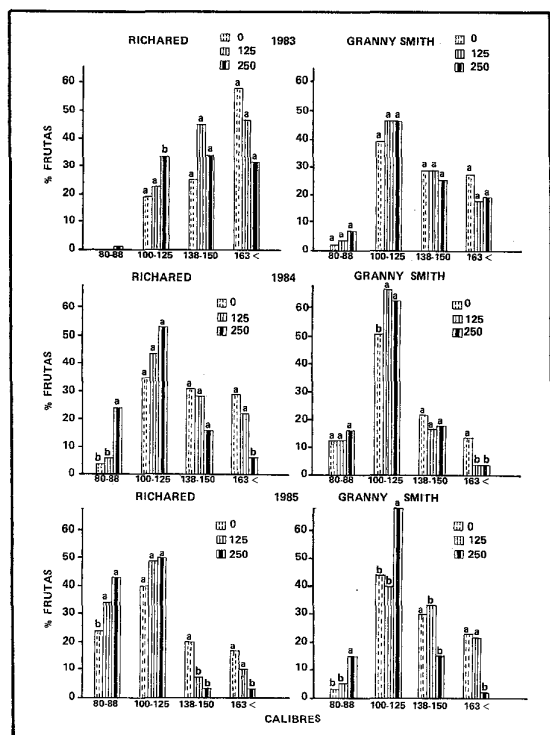


FIGURA 3. Efecto del N en la distribución de calibres de la fruta.

FIGURE 3. Effect of N on fruit caliber distribution.

ce un color rojo intenso en la fruta, que se sobrepone al efecto del tratamiento con N.

En la fruta Granny, se presentan frecuentemente anomalías en cuanto a coloración, la cual debe ser verde parejo. Los resultados obtenidos, señalan una fuerte dependencia de estos problemas con el tratamiento nitrogenado, como se señala en el Cuadro 3.

Se observa que, consistentemente, se obtienen los menores porcentajes de frutos afectados con coloración

anormal, con la dosis más alta de N. En el caso del "golpe de sol", parece obvio que éste se produce en un porcentaje muy alto en el tratamiento sin N, debido al poco follaje, frente a la acción directa y durante mucho tiempo de la radiación solar. En el caso de las otras dos anomalías, queda fuera del alcance de esta experiencia determinar si existe un efecto directo del N, en alterar el desarrollo de los pigmentos, o bien, si este efecto se debe a la mayor o menor incidencia de luz y calor sobre la fruta, ambos a su vez condicionados por el desarrollo del follaje. En algunas experiencias extranjeras, se señala la pérdida del color verde normal, producto de las agregaciones de N (Vang-Petersen, Kaack y Rasmussen, 1977; Kvale, 1971), sin quedar claro si es o no un efecto directo del N. En cuanto al problema de la coloración rojiza, no se encontraron referencias a este tipo de problemas, en la literatura consultada.

Bitter pit

Este problema se manifiesta en la fruta (principalmente en la variedad Granny Smith), bajo la forma de depresiones circulares, de color café negruzco. Internamente, por lo general se observa un resecamiento de la pulpa, que toma aspecto corchoso. La aparición del bitter pit se debe a una deficiencia localizada del Ca en la fruta, que es independiente del nivel que existe en el árbol completo (Cooper, 1980). Dentro de los factores predisponentes a la aparición de este desorden, estaría la agregación de dosis altas de N.

Sólo en la temporada 1983/84, al final del período de almacenaje, aparecieron algunos frutos con bitter pit en los tratamientos N=125 y N=250 (0,7 y 2,2%, respectivamente). Esta proporción aumentó (2,5 y 3,5%) en la temporada 1984/85. En esta última temporada, también apareció bitter pit en el testigo, en una proporción menor (1,5%).

De acuerdo a estos resultados, es posible que el tratamiento con N condicionó el porcentaje de fruta con problemas de bitter pit, pero siempre dentro de valores muy bajos.

CUADRO 3. Efecto del nitrógeno en coloraciones anormales de fruta Granny¹

TABLE 3. Nitrogen effect on abnormal colors in Granny's fruit

kg N/ha/año	Golpe de sol (%o frutos)		Amarillamiento (%o frutos)		Coloración rojiza (%o frutos)
	1984	1985	1984	1985	
0	20,0 a	32,0 a	11,0 a	29,0 a	29,8 a
125	12,0 b	6,0 b	8,3 b	14,3 b	12,3 b
250	0,0 c	3,0 c	0,0 c	9,0 c	1,5 c

¹ En cada columna, cifras con igual letra no difieren estadísticamente, según Duncan, con 5% de protección.

RESUMEN

En una experiencia de terreno, sobre fertilización nitrogenada en manzanos Granny Smith y Richared Delicious, llevada a cabo entre 1981 y 1985, se pudo comprobar un efecto positivo del N, en cuanto a elevar los rendimientos totales, hasta una dosis entre 125 y 250 kg de N/ha. Al comparar la respuesta obtenida en las dos variedades, surgen diferencias; sin adiciones de N, los árboles Granny acusaron en forma mucho más notoria la carencia del elemento (mayor clorosis, menor vigor, menor follaje), lo cual se reflejó también en el rendimiento alcanzado, el cual llegó sólo al 61% del rendimiento potencial. La variedad Richared mostró, en forma más atenuada, la sintomatología de carencia y el rendimiento sin N llegó al 70% del potencial.

La calidad de la fruta se vio notoriamente influida por el tratamiento nitrogenado, especialmente en la fruta Richared. La dosis de 250 kg N/ha aumentó el porcentaje de fruta en los tamaños mayores y disminuyó el de los pequeños. Por otra parte, con esta misma dosis se obtuvieron significativas bajas en problemas de coloración en la variedad Granny, tales como golpe de sol, amarillamiento y coloración rojiza.

Sólo se presentaron problemas de bitter pit, de baja intensidad, en las temporadas 1983/84 y 1984/85, en las cuales se midieron pequeños aumentos, por efecto del N.

LITERATURA CITADA

- BEATTIE, J.M. 1954. The effect of differential nitrogen fertilization on some of the physical and chemical factors affecting the quality of Baldwin apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 55: 47-50.
- BENSON, N.R.; BULLOCK, R.M.; CHMELIR, I.C.; and DEGMAN, E.S. 1957. Effects of levels of nitrogen and pruning on Starking and Golden Delicious apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70: 27-39.
- BOYNTON, D.A. and CAIN, J.C. 1942. Survey of the relationship between leaf nitrogen, fruit color, leaf color, and percent full crop in some New York Mc Intosh apple orchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 40: 19-22.
- BOYNTON, D.A.; BURRELL, A.B.; SMOCK, R.M.; COMPTON, O.C.; CAIN, J.C.; and BEATTIE, J.M. 1950. Responses of Mc. Intosh apple orchards to varying nitrogen and weather. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir* 290.
- CAIN, J.C. 1953. The effect of nitrogen and potassium fertilizer on the performance and mineral composition of apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 62: 46-52.
- COOPER, T. 1980. El bitter pit en manzanos. *Revista Frutícola*. (Chile) Año 1, Nº 1: 5-7.
- CHITTENDEN, E.T. 1962. Bitter pit investigations. *A.R. Cawthron Inst.* 1960/61: 36-37.
- DIONE, J.L. 1967. Action de l'azote, du potassium et du manganese sur deux vergers de pommiers Mc. Intosh. *Canadian J. Plant Sci.* 47: 563-570.
- GACHON, J. et COLLIER, D. 1961. La fertilization du pommier dans les sols argilo-calcaires de l'Auberne. Experiences a la plantation et apres plantation. *Ann. Agron.*, 12: 435-447.
- GORINI, F. e LALATTA, F. 1965. Indagini sulla concimazione del Melo Golden Delicious. *Progr. Agric. Bologna* 10: 995-1004.
- HARLAN, J.D. and COLLISON, R.C. 1933. Experiments with commercial nitrogenous fertilizers on apple orchards N.Y. (Geneva) *Agr. Exp. Sta. Bul.* 623.
- JACOBY, B. 1961 a. Conditions responsible for the appearance of magnesium deficiency in citrus groves on Israel's Mediterranean coast. *Israel J. Agri. Res.* 11: 3-4.
- JACOBY, B. 1961 b. Calcium-Magnesium ratios in the root medium related to magnesium uptake by citrus seedlings. *Plant and Soil* 15: 74-80.
- KVALE, A. 1971. The effect of different nitrogen content of the trees on pigment content, ground color and soluble solids of the apple cultivars Prins, Gravensteins, James Grieve and Ingrid Marie. *Acta. Agriculturae Scandinavica* 21 (3): 207-213.
- MASON, J.L. 1964. Yield and quality of apple trees under four nitrogen levels in uncultivated grass sod. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85: 42-47.
- RAESE, J.T. and WILLIAMS, M.W. 1974. The relationship between fruit color of Golden Delicious apples and nitrogen content and color of leaves. *J. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 99 (4): 332-334.
- ROGERS, B.L. and THOMPSON, A.H. 1962. Yield, fruit size and growth of York Imperial apple trees as affected by chemical thinning and differential nitrogen nutrition for six years. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80: 50-57.
- RUIZ, R. y GODOY, I. 1978. Experimentos de fertilización nitrogenada con manzanos. En: *Informe Convenio INIA-COOPEFRUT*: 54-61.

- VAN-PETERSEN, O.; KAACK, K.; and RASMUSSEN, D. 1977. Nitrogen nutrition for fruit trees. III. The effect on (apple) fruit colour and content of acid, sugar and aroma components (Sumario) Hort. Abst. 48: 4237. 1978.
- WEEKS, W.D.; SOUTHWICK, W.; DRAKE, M.; and STECKEL J.E. 1952. The effect of rates and sources of nitrogen, phosphorus and potassium on the mineral compositions of Mc. Intosh foliage and fruit color. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60: 11-21.
- WEEKS, W.D.; SOUTHWICK, F.; DRAKE, M.; and STECKEL J.E. 1958. The effect of varying rates of nitrogen and potassium on the mineral composition of Mc. Intosh foliage and fruit color. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71: 11-19.
- WILLIAMS, M.W. and BILLINGSLEY, H.D. 1974. Effect of nitrogen fertilizer on yield, size and color of Golden Delicious apple. J. Amer. Soc. for Hort. Sci. 99 (2): 144-145.
- YAMAZAKI, T.; NIIZUMA, T.; and TAGUCHI, T. 1969. Determination of the fertilizer nitrogen requirements of apple orchards. I. The influence of a low nitrogen supply on leaf compositions, growth, yield and fruit quality in Golden Delicious and Rall's apples. (Sumario) Hort. Abst. 40: 54-81. 1970.
- ZEIGER, D.C. 1978. Nitrogen fertilizing and pruning of apple trees as they affect yield, fruit quality and tree growth in North Carolina. N.C. Agric. Exp. Sta., Tech. Bul. N° 254.