

# FERTILIZACION NITROGENADA EN MANZANOS. II. NIVELES FOLIARES, EXTRACCION DE NUTRIENTES Y EFICIENCIA DE USO DE NITROGENO<sup>1</sup>

## Nitrogen fertilization in apple trees. II. Foliar levels, nutrient extraction and nitrogen use efficiency

Rafael Ruiz S.<sup>2</sup>

### SUMMARY

Based on a field experiment, on the response to N applications of Granny Smith and Richared Delicious apple trees, leaf analysis standards are proposed:

	Granny	Richared
Deficient	< 1.7	< 1.9
Low	1.7–1.9	1.9–2.2
Adequate	> 1.9	> 2.2

A positive interaction was observed between N and Mg and Mn. Nitrogen applications depressed foliar K levels, due to larger demands caused, especially, by higher fruit yields.

In this orchard, under grass sod, N use efficiency was about 27%; N extraction increased from 37.7 to 70 kg/ha, in Granny Smith (fruits plus pruned material); K extraction increased up to 100 kg/ha; Mg extraction increase was, proportionally, the highest (3.8 to 8.3 kg/ha).

Spur analysis showed a good diagnostic tool for apple trees.

### INTRODUCCION

En la Parte I de este trabajo (Ruiz, 1986) fueron señalados los objetivos y los materiales y métodos utilizados en esta investigación. Los resultados presentados, indican una clara respuesta al N, en producción y en algunos aspectos de calidad de la fruta, trabajando con árboles muy deficientes en dicho elemento.

En esta Parte II, se presentan los resultados obtenidos en la búsqueda y valoración de índices, principalmente análisis foliares, con fines de diagnóstico. Además, se presenta información respecto a la demanda nutricional (extracción) que implica una determinada pro-

ducción. Este tipo de resultados permite avanzar en el conocimiento cuantificado de los componentes del balance nutricional, planteado en la primera parte.

### RESULTADOS Y DISCUSION

**Niveles foliares de nitrógeno:** El efecto de los tratamientos nitrogenados en los niveles foliares de N se presenta en el Cuadro 1. Se observa una relación consistente entre la dosis de N y el nivel foliar de este elemento, en ambas variedades, en los tres años de medición.

Una mejor apreciación del valor de diagnóstico del nivel foliar de N, se visualiza en las figuras 1 y 2, en las cuales se grafican los niveles foliares medidos, todos los años en todas las parcelas experimentales, frente al porcentaje del rendimiento máximo alcanzado en las

<sup>1</sup> Recepción de originales: 5 de julio de 1985.

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

**CUADRO 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en el nivel foliar de N, P, K, Ca, Mg, Mn y B en manzanos**

**TABLE 1. Effect of N fertilization on foliar levels of N, P, K, Ca, Mg, Mn and B in apple trees**

Dosis N (kg/ha)	Granny Smith				Richared Delicious			
	1982	1983	1984	1985	1982	1983	1984	1985
NITROGENO (‰)								
0		1,42 b	1,28 b	1,27 b		1,46 b	1,48 b	1,55 b
125		1,75 a	1,88 a	1,73 a		1,69 b	1,95 a	1,95 a
250		1,79 a	2,02 a	1,88 a		2,14 a	2,15 a	2,13 a
FOSFORO (‰)								
0	0,09 a	0,11 a	0,10 a	0,13 a	0,10 a	0,14 a	0,14 a	0,14 a
125	0,07 b	0,11 a	0,10 a	0,11 a	0,10 a	0,15 a	0,14 a	0,14 a
250	0,06 b	0,11 a	0,11 a	0,11 a	0,10 a	0,16 a	0,14 a	0,15 a
POTASIO <sup>2</sup> (‰)								
0	1,16 a	1,12 a	1,10 a	1,17 a	1,80 a	1,73 a	1,79 a	1,56 a
125	1,14 a	0,92 b	1,07 a	1,00 b	1,74 a	1,71 a	1,73 a	1,55 a
250	1,04 b	0,86 b	0,99 a	0,90 b	1,84 a	1,69 a	1,78 a	1,42 a
CALCIO (‰)								
0	1,33 b	1,50 b	1,33 b	1,40 b	1,70 a	1,57 a	1,80 a	1,77 a
125	1,56 a	1,93 a	1,57 b	1,67 a	1,86 a	1,70 a	1,73 a	1,77 a
250	1,63 a	2,07 a	1,73 a	1,70 a	1,83 a	1,80 a	2,27 a	1,77 a
MAGNESIO (‰)								
0	0,15 c	0,13 b	0,12 b	0,13 b	0,21 b	0,18 b	0,18 a	0,19 b
125	0,19 b	0,18 ab	0,18 a	0,20 a	0,24 a	0,21 a	0,22 ab	0,24 a
250	0,23 a	0,24 a	0,22 a	0,23 a	0,23 a	0,23 a	0,30 a	0,24 a
MANGANESO (ppm) <sup>3</sup>								
0	13,5 b	15,6 b	16,3 b	51,0	13,5 b	15,6 b	20,0 c	121,2
125	15,6 a	26,3 ab	19,8 ab	77,0	20,1 a	25,6 a	24,1 b	137,5
250	18,6 a	32,0 a	24,2 a	52,0	18,6 a	33,0 a	30,2 a	131,6
BORO (ppm)								
0		31,2 a		29,5 a		43,3 b		40,2 a
125		37,1 a		27,2 a		60,7 a		45,8 a
250		40,8 a		31,5 a		58,3 a		46,1 a

<sup>1</sup> Promedios seguidos por la misma letra en cada columna no difieren estadísticamente, según Duncan con 5% de protección.

<sup>2</sup> En marzo de 1983 se aplicaron 2 kg/árbol de sulfato de K, a todos los tratamientos.

<sup>3</sup> En 1985 hubo contaminación, por pesticidas portadores de Mn.

mismas. De esta forma, es posible independizar los valores de producción del efecto año y es posible desarrollar una curva única para los tres años, para cada variedad. En Granny, se ha omitido un punto, debido a contaminación de la muestra.

En base al ajuste de tipo cuadrático utilizado, se observan diferencias entre las variedades, principalmente en lo que respecta a la pendiente inicial de la curva. Esta es mucho mayor en Granny, indicando que esta variedad es más eficiente, en el sentido biológico, ya que por cada aumento en el tenor de N foliar existe una mayor respuesta del árbol en producción de fruta.

Tomando como criterios que: el valor adecuado sería aquél en que se estabiliza la curva de rendimiento máximo; valor bajo, aquél en que se logra a lo menos 85% del máximo; y deficiente, todo valor bajo este 85%, se ha elaborado el Cuadro 2. Aun cuando estos valores han sido obtenidos en un solo huerto, se sugiere su utilización como estándares foliares para estas variedades de manzano en el país, considerando que la extrema deficiencia presente en este huerto y la coherencia de las relaciones entre la fertilización nitrogenada, el rendimiento y el porcentaje de N foliar, dan validez general a estos resultados.

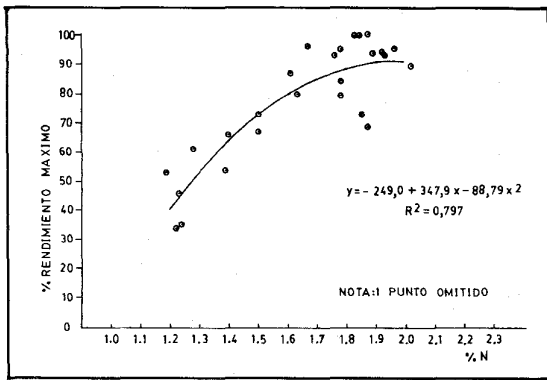


FIGURA 1. Porcentaje nitrógeno foliar vs %/o rendimiento máximo. Granny Smith.

FIGURE 1. Percentage foliar N vs %/o maximum yield. Granny Smith.

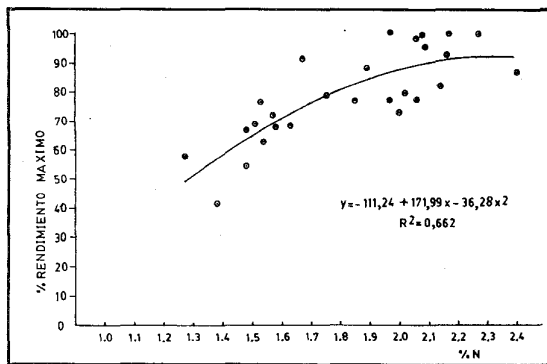


FIGURA 2. Porcentaje nitrógeno foliar vs %/o rendimiento máximo. Richared Delicious.

FIGURE 2. Percentage foliar N vs %/o maximum yield. Richared Delicious.

CUADRO 2. Valores estándares sugeridos para N foliar en manzanos Granny Smith y Richared Delicious  
TABLE 2. Standard foliar N values suggested for Granny Smith and Richared Delicious apple trees varieties

Variedad	Deficiente	Bajo	Adecuado
Granny Smith	< 1,7	1,7-1,9	> 1,9
Richared Delicious	< 1,9	1,9-2,2	> 2,2

Evidentemente, los valores indicados quedan incompletos, al desconocerse, en base a este ensayo, los niveles foliares en los cuales existen efectos adversos. Por una parte, con las dosis utilizadas, en Granny no se consiguió elevar los tenores de N foliar más allá del

20/o; probablemente esto se deba al sistema de manejo bajo cobertura de pasto. Por otra parte, en lo que respecta a la fruta roja, se utiliza como parte del manejo normal del huerto el producto ALAR, con marcada influencia en coloración de la fruta. Es sabido, y además se ha evaluado en una experiencia anterior (Ruiz y Godoy, 1978), que al subir el tenor de nitrógeno decrece la coloración de la fruta roja. Esto ocurriría, de acuerdo a dicha experiencia con valores de N foliar de 2,600/o, no alcanzados en el presente estudio.

**Niveles foliares de fósforo:** En el Cuadro 1 se observa que los niveles foliares de P no fueron alterados por la dosis de N, exceptuando los árboles Granny Smith, en 1982. Estos bajan notablemente su concentración, llegando a niveles deficitarios, de acuerdo a Beutel y Uriu (1978). Es muy probable que este nivel haya bajado debido a una dilución, causada por el gran crecimiento vegetativo que mostraron estos árboles, producto de la fertilización nitrogenada. Posteriormente, el árbol creció más equilibradamente, normalizándose automáticamente los niveles de P. A pesar de los bajos niveles medidos en febrero de 1982, no se observaron síntomas carenciales de P a nivel del follaje. En cuanto a la variedad Richared, no acusó la situación detectada en Granny, observándose valores de P foliar consistentemente más altos.

**Niveles foliares de potasio:** En el Cuadro 1, se observa una diferencia muy grande entre ambas variedades; por una parte, los niveles de K foliar son muy superiores en Richared, indicando que esta variedad es más eficiente para absorber el K; por otra parte, en esta variedad los niveles de K foliar no varían consistentemente, producto del tratamiento de nitrógeno. El panorama en Granny es diferente: los valores de K foliar son mucho más bajos y acusan un efecto decreciente, producto de la adición de N, llegando a ser carenciales en 1983, situación que fue evidenciada por síntomas en las hojas (necrosis marginales), especialmente en sectores con carga abundante. Es probable que la deficiencia se haya producido por la mayor demanda de K, asociada al más alto nivel de producción de fruta alcanzado. La tendencia decreciente se aprecia en la temporada siguiente, a pesar de las aplicaciones de K al suelo, aunque dentro de niveles normales (Beutel y Uriu, 1978). En la última temporada (1985) los niveles vuelven a hacerse deficientes.

La interacción negativa, entre la dosis de N y el nivel foliar de K, aparece citada en muchas investigaciones (Boynton y Anderson, 1956; Boynton y otros, 1950; Boynton y Compton, 1944; Weeks y otros, 1952; Zeiger, 1978). Este efecto atañe solamente al tenor de K de las hojas; a nivel del árbol y su productividad, en cambio, existe un efecto positivo del N, al aumentar la absorción y translocación del K, como lo demuestra el punto pertinente a la extracción de nutrientes.

**Niveles foliares de calcio:** En el Cuadro 1, Granny muestra una tendencia a aumentar el tenor de Ca foliar, con la adición de N. En Richared, también se advierte esta tendencia, pero en menor magnitud. El análisis de este nutriente se presenta más desarrollado en el punto pertinente a su relación con el bitter pit.

**Niveles foliares de magnesio:** Respecto al Mg (Cuadro 1), se aprecia una clara relación de sinergismo con el N, hecho que ha sido claramente establecido en otras investigaciones (Beattie, 1954; Beattie y Ellenwood, 1950; Boynton y Anderson, 1956; Boynton y otros, 1950; Cain, 1953; Zeiger, 1978). Este efecto es mucho más notorio en Granny, en que se observaron fuertes síntomas de la deficiencia de Mg, en el tratamiento sin N. Con N-125, estos síntomas fueron leves, no observándose, en general, en el tratamiento N-250. En Richared, los valores de Mg fueron bastante más altos, lo cual estuvo de acuerdo a la sintomatología observada; síntomas moderados a leves en el tratamiento sin nitrógeno, síntomas leves o sin síntomas en N-125 y sin síntomas en N-250.

Estos resultados indicarían que esta última variedad es más eficiente para absorber y transportar el Mg del suelo que Granny. El hecho que no se presenten síntomas de deficiencia con la dosis 250 kg N, a través de las temporadas de ensayo, señalaría que en Richared el nivel crítico de Mg estaría alrededor de 0,239/o, situación que requiere mayor evidencia experimental.

**Niveles foliares de manganeso:** Con respecto a este elemento, se observa también un sinergismo bastante claro con N, lo que se da en forma semejante en las dos variedades (Cuadro 1). Los valores suben de una situación francamente deficitaria (en N-0) a una de normalidad (sobre 20 ppm), ya con la primera dosis de N, a partir de 1983. En 1982, los valores se mantuvieron relativamente bajos, debido probablemente al efecto de dilución por el gran crecimiento de los árboles, producto del N aplicado en el año anterior. La sintomatología carencial de Mn fue visible solamente en el caso de los N-0, en Richared (clorosis interveinal, con nervadura verde, en hojas nuevas). Probablemente, en Granny no se apreció, debido a que fue enmascarada por la de Mg, de mayor intensidad.

**Niveles foliares de boro:** Los niveles de boro fueron evaluados sólo durante 1983 y 1985 (Cuadro 1). Se observan tenores normales del elemento y poco efecto del N, en variar la concentración de este nutriente en las temporadas analizadas.

**Extracción de nutrientes:** La extracción de nutrientes se evaluó considerando los dos principales componentes de la demanda nutricional que se exportan del sistema, como son la fruta y el material de poda. (Cuadro 3).

Examinando las cifras de materia seca, se observa que el total que se extrae es similar en ambas variedades. Esto ocurre debido a un efecto de compensación, ya que el material que se poda cada año es muy superior en Richared, mientras la producción es muy superior en Granny. Se aprecia, en ambas variedades, un efecto importante del N en el aumento de la biomasa, evaluada en base a estos dos componentes. También, aumenta la extracción de N, producto de la agregación de este nutriente; en el caso de Granny, el incremento medido se genera principalmente por la mayor cantidad de fruta producida, pero también por un aumento del tenor de N en la fruta, el cual subió de 0,360/o a 0,480/o. Aun así, la magnitud del incremento es baja, si se considera que se han agregado 125 y 250 kg de N, en cada caso.

La eficiencia de absorción, si se resta lo que aporta el suelo (37,71 kg de N/ha), resulta baja, del orden del 270/o para la dosis N-125. Esta baja eficiencia en comparación a cultivos anuales, en que ésta es del orden del 50-600/o puede explicarse por elementos de la demanda que no se han evaluado (hojas y crecimiento de raíces, de tronco); pero principalmente se debería a la competencia de la cubierta vegetal que se mantiene entre los árboles, la que puede consumir una fracción importante del N (Valenzuela y Ruiz, 1981). En el caso de Richared, la extracción de N es menor, producto de la menor producción de esta variedad, y llega sólo a 47 kg de N/ha, en la dosis más alta.

La extracción de P es muy baja en ambas variedades (alrededor de 5 kg de P/ha) y poco influenciada por la dosis de N, en Granny.

En cuanto al K, la extracción es alta, llegando en algunos tratamientos casi a 100 kg de K/ha, aumentando por la agregación de N y de los mayores rendimientos alcanzados. Como se observa, prácticamente toda la demanda de K está representada por la fruta, en el caso de Granny. En cifras absolutas, esta demanda alcanza valores muy superiores a Richared y explicaría, en parte, porqué en esta variedad se han producido bajos niveles foliares y sintomatología carencial de potasio, al aumentar la producción. Bajo la hipótesis del balance, esta situación indicaría que, si bien el K del suelo basta para la situación de demanda asociada a la productividad del testigo, es insuficiente para las productividades más altas.

En el caso de Richared, la demanda es menor, pero, además, el hecho de que la concentración foliar de K no baje con la mayor demanda, indica que esta variedad es más eficiente para absorber este elemento, respecto de Granny. Esta diferencia no se debería al portainjerto, ya que ambas variedades están sobre patrón franco.

**CUADRO 3. Extracción de nutrientes, vía fruta y material de poda, para diferentes tratamientos nitrogenados<sup>1</sup>**  
**TABLE 3. Nutrient extraction, through fruit and pruning material, with different N fertilization**

Tratamiento	Materia Seca (kg/ha)			Nitrógeno			Fósforo			Potasio			Calcio			Magnesio			Mn	Zn	Cu
	m	f	T	m	f	T	m	f	T	m	f	T	m	f	T	m	f	T	T	T	T
GRANNY SMITH																					
N-0	1,640	9,484,2	12,764,2	3,69	34,02	37,71	0,59	3,51	4,10	2,57	61,65	64,22	12,46	5,69	18,15	0,60	3,79	4,39	47	66	78
N-125	2,198	13,196,0	15,394,0	6,87	64,22	71,29	0,66	3,96	4,62	3,96	85,91	89,87	14,73	7,92	22,65	0,88	6,59	7,47	77	81	107
N-250	2,615	13,651,2	16,266,2	7,95	61,41	69,36	0,79	3,92	4,71	4,45	93,22	97,67	21,70	7,78	29,48	1,12	7,23	8,35	91	79	102
Promedio	2,151	12,110,4	14,808,1	6,17	53,22	59,45	0,68	3,79	4,48	3,86	80,26	83,92	16,29	7,13	23,43	0,87	5,87	6,74	72	75	96
RICHARED DELICIOUS																					
N-0	4,343,4	6,996,6	11,340,0	16,07	14,20	30,27	1,61	3,71	5,12	6,38	38,39	45,77	46,04	3,28	49,32	1,74	2,30	4,04	108	21	52
N-125	4,698,0	8,393,4	13,091,4	14,33	21,87	36,20	1,88	3,85	5,73	7,99	54,56	62,55	59,19	3,95	63,14	2,35	3,10	5,45	151	37	61
N-250	6,319,8	8,973,0	15,292,8	20,36	26,66	47,02	2,34	4,48	6,82	10,55	57,43	67,98	69,52	4,21	73,73	3,16	3,59	6,75	126	54	63
Promedio	5,1220	8,121,0	13,241,4	16,92	20,91	37,83	1,94	4,01	5,96	8,31	50,46	58,77	58,25	3,81	62,06	2,41	3,00	5,41	128	38	58

<sup>1</sup> N, P, K, Cu, Mg en kg/ha; Mn, Zn y Cu en g/ha.  
 m = madera; f = fruta; T = Total.

En cuanto al Mg, se observa una situación positiva muy clara, especialmente en Granny, la cual prácticamente duplica la extracción, por efecto de la agregación de N. El hecho de que, además, los niveles foliares hayan aumentado considerable y consistentemente, a pesar de que la demanda a nivel del árbol se duplicó, indicaría que la agregación de N mejora aspectos de la eficiencia misma de su absorción desde el suelo.

El aumento en el total de Mg acumulado en la fruta y madera, se debería indirectamente al mayor crecimiento y producción, pero también, al aumento en su concentración, medido en la fruta y en la madera de poda. El hecho de que la concentración de Mg en la fruta de Granny fuera, en promedio, superior a la de Richared (0,0476% vs. 0,0366%), unido a la mayor productividad de la primera, podría explicar porqué la deficiencia de este elemento en esta variedad acusa más severidad que la observada en Richared.

Con respecto a microelementos, se observa que la extracción de Mn, Zn y Cu es muy pequeña, representando fracciones menores a 0,2 kg, en todos los casos. La extracción de estos nutrientes aumenta, producto del tratamiento nitrogenado. Una subida bastante importante se observa, en cuanto al Mn, en la variedad Granny, el cual pasó de una situación franca de deficiencia, a una de total suficiencia, de acuerdo a los análisis foliares. En el caso de Richared la situación es semejante, apreciándose un aumento menor en la extracción de Mn, pero al igual que en Granny, la interacción positiva con N significó la desaparición de la deficiencia del elemento a nivel foliar, corroborada por desaparición de la sintomatología de carencia, observada en el tratamiento sin N.

**Calcio y bitter pit:** Con respecto al Ca, se observa una mayor absorción total, producto de la adición de N en ambas variedades, teniendo la fruta muy poca significación dentro del total extraído, especialmente en

Richared. Los tenores de este elemento en la fruta no variaron con el tratamiento de N y se mantuvieron en 0,060% en Granny, y en 0,047% en Richared. El valor obtenido en Granny se considera adecuado, desde el punto de vista de susceptibilidad a bitter pit; este problema de post cosecha se ha asociado a tenores menores de 0,030% de Ca en la fruta (Taylor y Van den Ende, 1968; Kidson, Chittenden y Brooks, 1963). En el caso del presente estudio, no se detectó bitter pit durante la cosecha 1983. En la temporada 1984, aparecieron algunos frutos con el problema en Granny en el tratamiento N-125 (2 frutos en 270) y en N-250 (6 frutos en 270). El problema se presentó en la fruta de calibre más grande (80-88). Durante la temporada 1985 el bitter pit aumentó, contabilizándose nueve frutos afectados en el tratamiento N-125 y 12 en el tratamiento N-250, siempre en los calibres grande y muy grande. Este aumento no puede considerarse asociado exclusivamente al N, ya que por primera vez se detectó también bitter pit en el testigo, sin agregación de N (4 frutos). Los resultados ponen de manifiesto la tendencia señalada por otras investigaciones, a mayor dosificación de N, aumento en el bitter pit. Sin embargo, en este caso el efecto adverso implica muy poca fruta y queda absolutamente minimizado frente al gran aumento de producción y mejoría de los calibres, que se ha señalado en la Parte I.

**Aanálisis de dardos:** Bajo la hipótesis de que los dardos pudieran servir como indicadores del nivel de reservas nutricionales, se consideró durante la temporada 1983 el muestreo de dardos, con ambas variedades. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4, en el cual el valor en los dardos se acompaña con el de la madera circundante.

De las cifras comparativas con la madera, se observa que los dardos concentran fuertemente los nutrientes, a una concentración aproximadamente cuatro veces mayor, exceptuando el Ca, que aumenta al doble.

**CUADRO 4. Concentración de nutrientes en dardos y en madera de manzanos, bajo diferentes tratamientos nitrogenados, 1984**

**TABLE 4. Nutrient concentration in spurs and wood of apple trees, with different N fertilizations, 1984**

Dosis N (kg/ha)	o/o N		o/o P		o/o K		o/o Ca		o/o Mg	
	d	m	d	m	d	m	d	m	d	m
GRANNY SMITH										
0	1,09 b	0,23	0,17 a	0,04	0,46 a	0,16	1,6	0,76	0,12 b	0,04
125	1,19 a	0,31	0,17 a	0,03	0,52 a	0,18	1,8	0,67	0,18 a	0,04
250	1,24 a	0,31	0,16 a	0,03	0,52 a	0,17	1,6	0,83	0,18 a	0,04
RICHARED DELICIOUS										
0	1,22 b	0,37	0,19 a	0,04	0,43 a	0,15	2,1 a	1,1	0,17 b	0,04
125	1,30 a	0,31	0,18 a	0,04	0,44 a	0,17	2,2 a	1,3	0,23 a	0,05
250	1,30 a	0,31	0,17 a	0,04	0,45 a	0,17	1,8 a	1,1	0,26 a	0,05

d = dardos; m = madera.

Promedios con la misma letra en cada columna y variedad, no difieren estadísticamente, según Duncan, con 5% de protección.

Se observa que el contenido de N total en los dardos varía en proporción al tratamiento aplicado, en una forma bastante consistente, lo cual abre una promisoriosa ruta para utilizarlo como elemento adicional de diagnóstico. En cuanto al Mg, se advierte también en

este tejido el mismo efecto sinérgico que se detecta en hojas maduras y fruta, situación que reafirma la posibilidad de utilizar los dardos como elemento de diagnóstico de las "reservas", en árboles frutales.

## RESUMEN

En base a la respuesta a la fertilización nitrogenada (0; 125 y 250 kg de N/ha) de manzanos Granny Smith y Richared Delicious se proponen niveles diferenciados, de N foliar, para las dos variedades. En Granny: deficientes, menores de 1,7%o; bajos (hasta 85%o del rendimiento máximo), entre 1,7 y 1,9%o; y adecuados, sobre 1,9%o. En Richared: deficientes, menores de 1,9%o; bajos, entre 1,9 y 2,2%o; y adecuados, sobre 2,2%o.

El N produjo interacciones positivas muy claras con Mg y Mn, los cuales pasaron de deficiencia a suficiencia. Especialmente notable fue el sinérgico N-Mg en Granny.

Se detectó una baja del K foliar, hasta niveles estimados deficitarios, producto de la adición de N, por la gran demanda que genera el aumento de rendimiento.

La extracción en Granny (fruta más poda) fue de 37,7 kg N/ha, en el testigo, y de 70 kg, en los tratamientos de mayor rendimiento. Se calculó una eficiencia baja (27%o), para este huerto, mantenido bajo cobertura de pasto. La extracción de K aumentó fuertemente, hasta alrededor de 100 kg/ha, con la aplicación de N, debido a la mayor producción y demanda de la fruta. La de Mg fue, proporcionalmente, la que más subió con la aplicación de N: en Granny, de 3,8 kg (testigo) a 8,3 kg/ha (rendimientos altos).

Además, se presentan datos de extracción de P, Ca y microelementos, para las dos variedades y a distintos niveles de productividad. El análisis nutricional en dardos se presenta como buena alternativa de diagnóstico, adicional al análisis foliar.

## 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.
- BEATTIE, J.M. and ELLENWOOD, C.W. 1950. A survey of the nutrient status of Ohio apples trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 55: 47–50.
- BEUTEL, I. and URIU, K. 1978. Leaf analysis for California deciduous fruits. En: Soil and plant tissue testing in California. Univ. Calif. Bulletin 1879. p: 11–14.
- BOYNTON, D.A. y COMPTON, O.C. 1944. The influence of differential fertilization with ammonium sulfate on the chemical composition of Mc. Intosh apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45: 9–17.
- 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.
- BOYNTON, D.A. and ANDERSON, L.C. 1956. Some effects of mulching, nitrogen fertilization and liming on Mc. Intosh apple trees, and the soil under them. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67: 26–36.
- 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.
- KIDSON, E.B.; CHITTENDEN, E.T. and BROOCKS, J.M. 1963. Chemical investigations on bitter pit of apples. N.Z. Jour. Agr. Res. 6: 43–46.
- RUIZ, R. y GODOY, I. 1978. Experimentos de fertilización nitrogenada con manzanos. En: Informe Convenio INIA–COOPEFRUT: 54–61.
- TAYLOR, B.K. and VAN DEN ENDE, B. 1968. Influence of pre and post harvest treatments on bitter pit of Granny Smith apples in the Gaulburn Valley. Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 8: 224–225.
- VALENZUELA, J. y RUIZ, R. 1981. Nitrógeno en parronales. Requerimiento bajo dos sistemas de manejo. Investigación y Progreso Agropecuario Nº 7: 36–37.
- 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 color. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71: 11–19.
- ZEIGER, D.C. 1978. Nitrogen fertilizing and pruning of apple trees as they affect yield, fruit quality and tree growth in North Carolina. North Carolina Agric. Exp. Sta. Tech. Bul. Nº 254.