

DINAMICA DE ACUMULACION DE NUTRIENTES EN MANZANA

**T. CASERO
I. RECASENS
V. CARRASCO
F. XUCLA**

Area de Postcollita. CeRTA. Universitat de Lleida-IRTA. 25198 Lleida

RESUMEN

La acumulación de nutrientes por los frutos se manifiesta de una forma continua a lo largo de todo su crecimiento, aunque el ritmo de absorción de los diferentes elementos es distinto para cada uno de ellos.

La acumulación de calcio es máxima en la primera mitad del ciclo, descendiendo posteriormente durante el verano, en la fase de ensanchamiento celular.

La captación del nitrógeno es máxima hacia la mitad del desarrollo de los frutos, en la fase del mayor engrosamiento celular. La acumulación de fósforo, al igual que la de potasio y magnesio, son máximas hacia mitad del ciclo y durante la época de maduración, en los últimos días de estancia del fruto en el árbol.

PALABRAS CLAVE: Acumulación nutrientes

Fruto
Manzana
Absorción
Calcio

INTRODUCCION

La nutrición vegetal requiere el conocimiento de las necesidades de nutrientes que precisan las plantas, así como la dinámica de absorción y acumulación que tiene lugar en los distintos órganos y tejidos.

La acumulación progresiva de los nutrientes minerales por los frutos es interesante conocerla para programar un mejor suministro y control nutricional de los mismos en los árboles frutales (Choi y Lee, 1992).

La dinámica de captación de nutrientes es una herramienta a tener en consideración para saber en qué momento debe realizarse las aportaciones nutricionales a los frutales, a fin de conseguir unos buenos equilibrios entre estos nutrientes y alcanzar producciones de mayor calidad, e incluso economizar en la aplicación de fertilizantes (Marcelle, 1990). Así,

Recibido: 29-9-98

Aceptado para su publicación: 28-5-99

por ejemplo, los excesos nitrogenados, especialmente en forma amónica, son perjudiciales para la captación de nutrientes como el calcio, al competir en su absorción y también promover un excesivo crecimiento vegetativo en detrimento del suministro a los frutos (Fallahi *et al.*, 1997).

El calcio es uno de los nutrientes más significativos en los frutales, pues lo requieren en gran cantidad y su movilidad en el interior de la planta es bastante limitada, llegando en escasa proporción a los frutos (Casero, 1995). Las raíces del manzano absorben con dificultad el calcio, el que es absorbido se transporta vía xilema impulsado por la corriente transpiratoria, y los cambios evaporativos de la atmósfera influyen en el transporte del mismo (Cline *et al.*, 1991). Así los potenciales hídricos de las diferentes partes de la planta, son el principal factor de distribución del calcio, aunque hay otros factores como la luz, temperatura y también ciertas hormonas del tipo citoquininas que favorecen la acumulación del calcio, especialmente cuando están más presentes durante las primeras fases de división celular (Himelrich y McDuffie, 1983).

La calidad de la fruta, la incidencia de fisiopatías y su aptitud frente a la conservación frigorífica, están muy relacionadas con los contenidos de nutrientes que poseen estos frutos y los equilibrios existentes entre ellos (Roca *et al.*, 1993; Fallahi *et al.*, 1997).

El objetivo de este estudio es el de conocer la dinámica de captación de nutrientes por los frutos a lo largo de todo el crecimiento, construyendo las curvas de acumulación de estos nutrientes y sus velocidades de absorción en el fruto.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se ha llevado a cabo en una parcela de la Estación Experimental de Lleida, durante la temporada de 1997, en manzanos de la variedad "Golden Smoothie", con portainjerto *Pajam-2*, de cuatro años de edad, en un marco de plantación de 4 x 1,40 m, y con un sistema de formación en eje central.

El suelo es calizo, profundo, con abundantes elementos gruesos y un contenido del 26% en carbonatos totales, poseyendo unos niveles aceptables en materia orgánica y un buen drenaje. El contenido en macronutrientes asimilables es bastante alto, especialmente en fósforo y magnesio, siendo más limitado en el caso de los micronutrientes.

La parcela estaba formada por 120 árboles, con un buen desarrollo vegetativo, un sistema de riego localizado de alta frecuencia por goteo y recibió por fertirrigación a lo largo del ciclo unas aportaciones de nutrientes por hectárea de 100 UF de nitrógeno, 15 UF de fósforo, 80 UF de potasio y 318 g de hierro en forma de quelato del tipo Fe-EDDHA, efectuándose las mayores aplicaciones de fertilizantes durante los meses de Mayo, Junio y Julio (Tabla 1).

Las aportaciones hídricas fueron bastante considerables aunque irregularmente repartidas, al ser un año con una pluviometría algo superior a la media, pero con las precipitaciones más abundantes durante el verano debido a las tormentas. Se complementaron estas aportaciones mediante el riego por goteo de alta frecuencia a lo largo de todo el ciclo vegetativo (Tabla 1).

TABLA 1
RESUMEN DE LAS APORTACIONES HÍDRICAS Y NUTRICIONALES
REALIZADAS EN MANZANA GOLDEN DURANTE EL CICLO
VEGETATIVO DE 1997

Water and nutrients applied in Golden apples during growing season in 1997

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	TOTAL
Precipitac. l/m ²	30	42	88	45	89	28	20	342
Irrigación m ³ /ha	662	664	913	1294	923	1138	326	5920
UF N/ha	8	16	27	18	12	10	9	100
UF P/ha	7	8	-	-	-	-	-	15
UF K/ha	7	17	17	17	8	8	6	80

A lo largo de todo el desarrollo de los frutos, y comenzando a los 10 días después de la plena floración, contados a partir del estado fenológico F₂ que tuvo lugar el día 1 de Abril, se controló el crecimiento de los frutos y las cantidades de los nutrientes más característicos captados por los mismos. Para ello se establecieron dos subgrupos de 60 árboles, uno correspondiente a los árboles situados en posiciones pares dentro de la fila y el otro en las impares. Se muestrearon cada dos semanas y de forma alternativa, el grupo de los pares y el de los impares, tomando dos muestras de 30 frutos cada una, procedentes de coger un fruto de la zona media de los ramos a la altura del hombro y de un tamaño medio. En estas muestras, se analizaron los nutrientes mayoritarios N, P, K, Ca y Mg, siguiendo la metodología analítica de la vía húmeda, en medio ácido nítrico concentrado, y realizándose las lecturas en un espectrómetro de inducción de plasma acoplado (ICP).

RESULTADOS

En el seguimiento de los frutos durante todo su crecimiento en el árbol, se observa que el aumento de peso de los frutos es progresivo durante todo su desarrollo (Fig. 1), al igual que su volumen y diámetro. Se comienza con un ritmo de incremento de peso bastante pequeño durante los primeros momentos del crecimiento del fruto, para continuar después con una velocidad mayor a partir de los 50 días de iniciado el desarrollo, especialmente durante los meses de Junio y Julio, para tender nuevamente a un ritmo más lento hacia el final del ciclo.

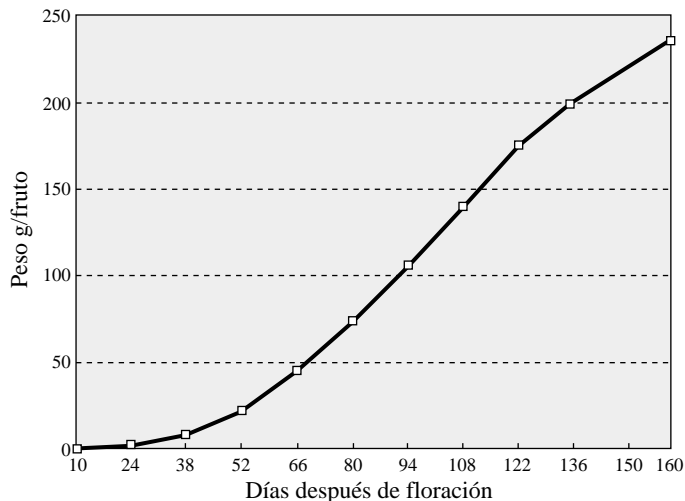


Fig. 1.—Evolución del peso durante el crecimiento del fruto, desde los diez días después de la plena floración hasta el momento de la recolección

Evolution of weight during the growth of the fruit, from ten days after full flowering until the moment of harvest

Los nutrientes acumulados en los frutos en el momento de la cosecha, alcanzan valores bastante altos de K y N y relativamente pequeños de P, Mg y Ca en las manzanas. Estos niveles de acumulación se expresan en la Tabla 2 de dos maneras, como cantidad total de nutriente que posee el fruto en mg/fruto, y también como la concentración existente en estos frutos dada en mg/100 g de materia fresca.

TABLA 2

**CONTENIDO DE NUTRIENTES ACUMULADOS EN EL FRUTO
AL MOMENTO DE LA RECOLECCIÓN EXPRESADOS EN mg/FRUTO
Y EN mg/100g DE MATERIA FRESCA**

*Nutrient accumulation in the fruit at harvest, expressed in mg/fruit
and in mg/100 g fresh weight*

NUTRIENTE	mg/fruto	mg/100g
N	114,1	48,4
P	22,1	9,36
K	331,2	140,7
Ca	9,17	3,88
Mg	13,3	5,64

Respecto al ritmo de absorción de nutrientes por los frutos, y en lo que se refiere a la acumulación del calcio que tiene lugar en los mismos, se puede observar un incremento continuo de este nutriente a lo largo de todo el desarrollo (Fig. 2), con la mayor intensidad de captación durante la primera mitad del ciclo, que se corresponde fundamentalmente con la fase de multiplicación celular en la época primaveral y que llega a representar una acumulación aproximada del 70% del total de este nutriente. El rápido incremento de calcio en las primeras fases del desarrollo de los frutos, coincide con un crecimiento lento de éstos durante ese período. Posteriormente cuando el crecimiento de los frutos es rápido, durante el engrosamiento celular, la acumulación de calcio disminuye.

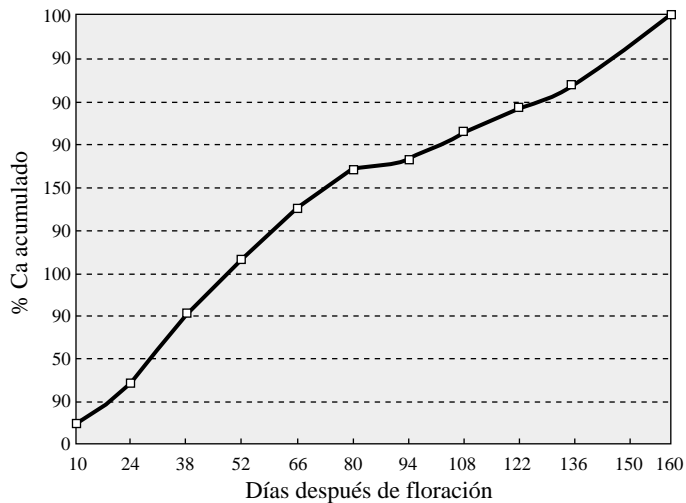


Fig. 2.—Porcentaje de calcio acumulado respecto del total durante el crecimiento del fruto
Percentage of calcium accumulated as a proportion of the total during the growth of the fruit

La velocidad de acumulación del calcio que presentan los frutos, va siendo creciente en los primeros momentos del desarrollo, a medida que también van subiendo las temperaturas medioambientales, alcanzándose los valores más altos de esta velocidad a partir de los 30 días de la plena floración, que llegan a ser de hasta 100 mg Ca/fruto-día (Fig. 3), pues durante este período el fruto tiene un alto requerimiento hídrico y el calcio es suministrado principalmente por el agua del xilema en la corriente transpiratoria (Cline *et al.*, 1991). Posteriormente la velocidad de acumulación desciende a niveles bajos en la segunda parte del ciclo, prolongándose prácticamente durante todo el verano, aunque con un cierto incremento hacia el final del desarrollo de los frutos. Esta dinámica de acumulación es inversa a la del crecimiento del fruto, de manera que cuando el crecimiento es más lento, coincidiendo con la fase de multiplicación celular, la velocidad de acumulación es mayor (Reynier, 1993). Cuando el fruto está en la fase de engrosamiento celular, con un mayor incremento de peso, la velocidad de acumulación de calcio desciende, lo que corrobora las dos fases de absorción de este nutriente, una más intensa y la otra más escasa, como también citan Himelrich y McDuffie (1983).

En el caso del nitrógeno, la dinámica de acumulación que tiene lugar es más intensa hacia la mitad del desarrollo del fruto durante la fase de la expansión celular, llegando a conseguir-

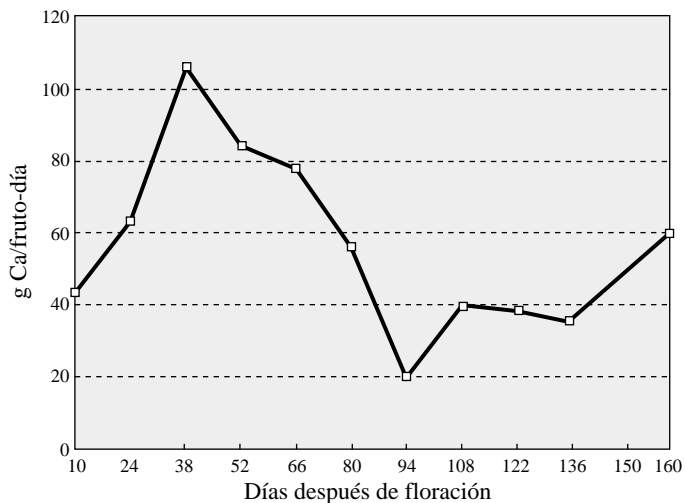


Fig. 3.—Velocidad de absorción del calcio por fruto y día durante todo el período de crecimiento
Calcium absorption rate per fruit and day during the whole growth period

se una captación de este nutriente del orden del 30% del total a lo largo de todo el mes de Junio, que también coincide con las mayores aportaciones de nitrógeno efectuadas por fertirrigación. Posteriormente, durante el período de mayores temperaturas, disminuye esta absorción, para volver a incrementarse ligeramente hacia el final, en la fase de maduración del fruto (Fig. 4).

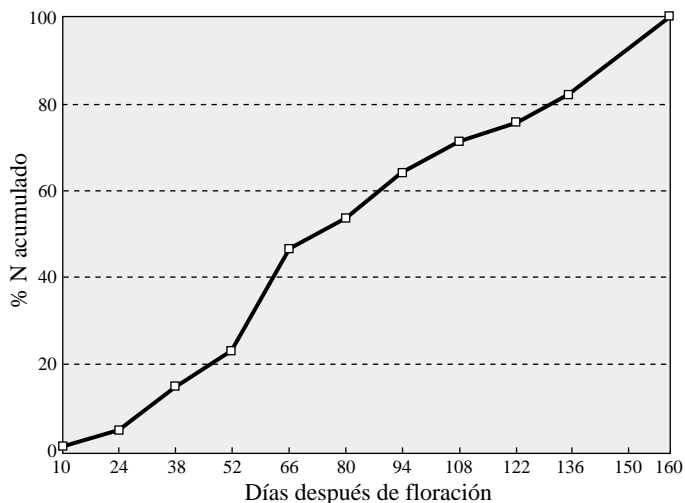


Fig. 4.—Porcentaje de nitrógeno acumulado respecto del total durante el crecimiento del fruto
Percentage of nitrogen accumulated in relation to the total during the growth of the fruit

Como se observa en la Figura 5, la acumulación de fósforo por los frutos es mayor hacia la mitad del ciclo, durante los meses de Junio y Julio, en pleno engrosamiento celular, aunque también con una captación notable hacia el final del proceso de desarrollo de estos frutos. Sin embargo, durante los dos primeros meses después de la plena floración, la absorción es pequeña, situándose solamente alrededor del 20% del total que llega a absorber el fruto durante todo el ciclo.

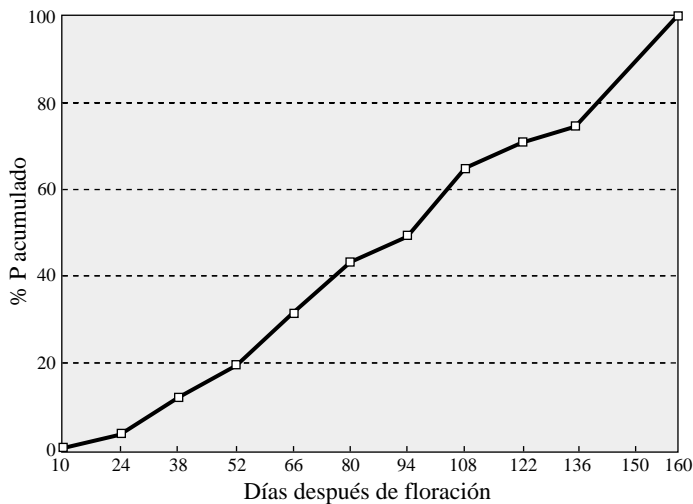


Fig. 5.—Porcentaje de fósforo acumulado durante el crecimiento del fruto
Percentage of phosphorus accumulated during the growth of the fruit

En cuanto a la acumulación por el fruto de potasio y magnesio, estos nutrientes siguen una dinámica bastante similar a la que presenta el fósforo, alcanzando los valores más altos de absorción durante el período de Junio-Julio y también hacia el final del crecimiento del fruto en la fase de maduración (Fig. 6).

La acumulación de todos los nutrientes estudiados, a excepción del calcio, siguen una pauta parecida a la curva de crecimiento del fruto en cuanto a la dinámica de captación de los mismos, aunque con la excepción de los últimos momentos del desarrollo, en donde el ritmo de acumulación parece ralentizarse antes que el propio crecimiento del fruto. Posteriormente, cuando se va deteniendo la expansión final de los frutos, en la fase de maduración, vuelve a incrementarse ligeramente la captación de nutrientes.

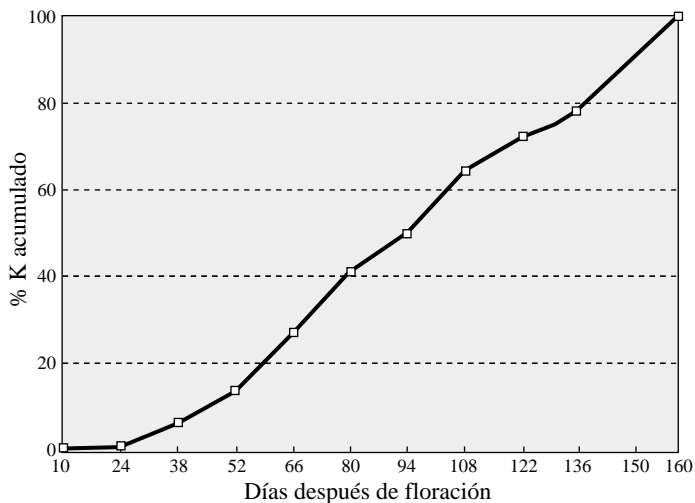


Fig. 6.—Porcentaje de potasio acumulado durante el crecimiento del fruto
Percentage of potassium accumulated during the growth of the fruit

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con la ayuda económica del Proyecto INIA-Sc97-054 y el apoyo del Comité Económico de la Fruta de Cataluña.

SUMMARY

Dynamic nutrients accumulation in apple fruit

The accumulation of nutrients by the fruit is continuous throughout their growth, although the rate of absorption of the elements differs for each one.

The accumulation of calcium is greatest in the first half of the cycle, later descend during the phase of cellular expansion in the summer.

Nitrogen uptake is highest towards the middle of the development of the fruit, in the phase of highest cellular expand. The accumulation of phosphorus, as with potassium and magnesium, reaches a peak towards the middle of the cycle and in the ripening phase, during the last days of fruit on the tree.

KEY WORDS: Accumulation nutrients

Fruit
 Apple
 Uptake
 Calcium

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CASERO T., 1995. La nutrición cálcica en frutales. *Fruticultura Profesional*, 71, 45-55.
- CLINE J.A., HANSON E.J., BRAMLAGE W.J, CLINE R.A., KUSHAD M., 1991. Calcium accumulation in delicious apple fruit. *J. Plant Nutr.*, 14 (11), 1213-1222.
- CHOI J.S., LEE J.C., 1992. Seasonal trends in calcium accumulation in fruit of five apple cultivars. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 33 (2), 156-160.
- FALLAHI E., CONWAY W., HICKEY K., SAMS C., 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *HortScience.*, 32 (5), 831-835.
- HIMELRICK D.G., McDUFFIE R.F., 1983. The calcium cycle: uptake and distribution in apple trees. *HortScience.*, 18 (2), 147-151.
- MARCELLE R.D., 1990. Predicting storage quality from preharvest fruit mineral analyses. A review. *Acta Horticulturae*, 274, 305-313.
- REYNIER P., 1993. Le calcium et la pomme. *Infos CTIFL n° 90*.
- ROCA J., RECASENS I., CASERO T., 1993. Predicción de fisiopatías mediante analisis de minerales en manzanas Golden delicious. *Actas de Horticultura*, vol. 1, 596-601.