

Fluctuación estacional en el contenido de algunos constituyentes nitrogenados en tejidos de duraznero *Prunus persica* (L.) cv. Fortuna¹

Iván Godoy A.² y Aurelio Villalobos P.³

INTRODUCCION

El comienzo del desarrollo de los árboles de hoja caduca en la temporada debe hacerse a expensas del nitrógeno de reserva en los tejidos de almacenaje, ya que la velocidad de síntesis de nuevos compuestos necesarios para el crecimiento es mayor que la absorción y translocación al inicio de la actividad a comienzos de primavera (Oland, 1959; Taylor y May, 1967).

Ocurre un considerable aumento de algunos aminoácidos y amidas en el torrente savial en varias especies de la familia ROSACEAE durante la floración, período crítico donde aumentan los requerimientos de nitrógeno para el desarrollo de tejidos asociados con la producción (Bollard, 1957 y Feucht, 1967).

Finalizado el período de crecimiento existiría un aumento de nitrógeno soluble en las hojas que es retranslocado a través del floema a los tejidos de reserva, siendo arginina el principal aminoácido que aumenta notablemente en otoño dadas las condiciones de día corto y temperaturas bajas que permiten la transición del ácido glutámico y su amida hacia arginina. Ocurre lo contrario en

primavera con las altas temperaturas (Sagisaka, 1974; Taylor, 1967; Hill-Cottingham y Williams, 1967; O'Kennedy, Hennerty y Titus, 1975).

El desarrollo de nuevos tejidos y contenido de nitrógeno en las hojas estarían en proporción al nivel del nitrógeno almacenado en los tejidos de reserva durante el período de receso invernal. El análisis periódico de muestras de estos tejidos podría establecer la existencia de algunos compuestos y sus variaciones en concentración.

Esta investigación tuvo por objeto determinar las fracciones nitrogenadas presentes en raíces, ramillas y hojas de durazneros y establecer la variación del contenido en los tejidos de reserva, como un índice de translocación o movilidad del nitrógeno en la planta.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile. Se inició el 17 de febrero de 1975 con el muestreo de hojas, ramillas y raíces hasta fines de abril. Entre el 20 de mayo (caída de hojas) y el 15 de septiembre (plena flor) los tejidos muestreados fueron raíces y ramillas. Todos los muestreos se realizaron una vez al mes.

Se trabajó en un huerto de 7 años cv. Fortuna, plantado a 5 x 5 m sobre suelo franco arcilloso. No se hicieron aplicaciones de fertilizantes como tampoco poda de las plan-

¹Parte de la Tesis de Grado de Iván Godoy A. para optar al Título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Católica de Valparaíso.

Trabajo presentado a las xxvi Jornadas Agronómicas, septiembre de 1976, Santiago, Chile.

Recepción originales: 28 de abril de 1978.

²Ing. Agr., Programa Frutales y Viñas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

³Ing. Agr., Ph. D., Director Departamento de Horticultura, Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso (ucv), Casilla 4, Quillota, Chile.

tas para evitar cambios en el contenido de los tejidos y, al mismo tiempo, permitir la disponibilidad de suficiente material para los muestreos.

De cada árbol se seleccionaron 2-3 ramillas de la temporada, de 20 cm de largo, aproximadamente, tomadas en la periferia de la copa. Las raíces fueron colectadas entre 20 y 40 cm de profundidad, a 1 m del tronco y de un diámetro variable entre 2,5 a 7,5 mm. Las hojas muestreadas correspondieron a las de las ramillas.

Una vez colectadas las muestras de los diferentes tejidos, se colocaron en un recipiente aislante mantenido a baja temperatura mediante hielo, con el fin de evitar al máximo la deshidratación y disminuir alteraciones en el metabolismo. En el laboratorio, fueron lavadas y almacenadas a 4,5°C. Los tejidos leñosos como raíces y ramillas fueron secados por criodeshidratación. Las hojas se secaron a 65°C en estufa con aire forzado por 24 horas. El material una vez seco fue molido en un molino Wiley con tamiz 40.

En todas las muestras se determinó peso fresco y seco. En el laboratorio se llevaron a efecto diferentes análisis para determinar el contenido de algunos constituyentes nitrogenados en cada tejido muestreado, tomándose 0,5 g (peso seco) en cada determinación.

El nitrógeno total se determinó mediante el método de micro-Kjeldahl. Para nitrógeno soluble se siguió el método propuesto por Kocher y Valenzuela (1971).

En la determinación de arginina se utilizó el método adoptado por Gilboe y Williams (1956) tomando en cuenta las observaciones hechas por Taylor y May (1967).

El diseño experimental correspondió a bloques completamente al azar con 12 repeticiones. Cada repetición constituida por 3 plantas.

Los resultados se sometieron a Análisis de Varianza para observar posibles diferencias entre las 8 épocas de muestreo para ramillas y raíces y en las 3 épocas de muestreo para hojas; posteriormente los promedios se separaron según el Test de Duncan al 5%.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Variación en el contenido de nitrógeno total a través de la época de muestreo para diferentes tejidos de duraznero cv. Fortuna.

Los resultados presentados en el Cuadro 1 indican que no hubo variación en el contenido de N-total (mg/g materia seca) en hojas entre febrero y marzo, pero a partir de esta fecha (marzo) y hasta caída de hojas (abril) el contenido disminuyó significativamente, lo que podría atribuirse a una retranslocación de nitrógeno hacia otros tejidos del árbol.

A este respecto Taylor y Van den Ende (1969) han señalado que las hojas de durazneros comienzan a perder su nitrógeno desde enero hacia adelante. Por otra parte Mc Kee (1962) y Oland (1959, 1963) han determinado que una gran cantidad de nitrógeno presente en las hojas migra antes de la abscisión, acumulándose en los tejidos de reserva del manzano a fines de otoño.

Cuadro 1 — Contenido de nitrógeno total en diferentes tejidos de duraznero cv. Fortuna, según su época de muestreo. La Platina, 1975.

<i>Epoca de muestreo</i>	<i>Hojas (mg N/g M. S.)</i>	<i>Ramillas (mg N/g M. S.)</i>	<i>Raíces (mg N/g M. S.)</i>
Febrero	750 ¹ a ²	406 c	390 b
Marzo	740 a	427 c	270 c
Abril	650 b	626 b	400 a
Mayo		674 a	400 a
Junio		660 a	430 a
Julio		687 a	430 a
Agosto		686 a	450 a
Septiembre		642 b	

¹Promedio de 12 observaciones.

²Para cada columna promedios con letras iguales no son significativamente diferentes. Duncan, P 0,05.

Los resultados obtenidos para ramillas (Cuadro 1) indican que el contenido de nitrógeno total es mínimo durante los meses de febrero y marzo, pero que en abril se produjo un aumento significativo que coincide con la disminución observada para esa época en hojas. Hacia fines de otoño (mayo) se observó un nuevo aumento de N-total que se mantiene hasta fines de agosto. Recién en septiembre, en el muestreo correspondiente a plena flor, se observó una disminución del contenido en ramillas, atribui-

ble a la utilización de algunas fracciones nitrogenadas en el crecimiento que se inicia.

Estos resultados concuerdan con los presentados por Oland (1959) para manzano, quien señala que el nitrógeno de reserva almacenado en estos tejidos es utilizado para el nuevo crecimiento de la temporada.

Al analizar las variaciones del N-total en raíces se observó una disminución hacia principios de otoño y un importante aumento en abril (Cuadro 1), que se mantiene constante durante todo el invierno y hasta la brotación.

Este aumento de N-total, detectado en las raíces podría interpretarse como proveniente de una retranslocación desde otro tejido; pero es probable que, a lo menos en parte, tam-

bién se deba a una absorción desde el suelo a mediados de otoño.

Variación en el contenido de nitrógeno soluble a través de la época de muestreo para diferentes tejidos de durazneros cv. Fortuna

Al observar el Cuadro 2 para contenido de nitrógeno soluble en hojas (mg N/g M. S.) se aprecia que éste comenzó a disminuir desde febrero adelante, lo que estaría corroborando lo encontrado por Kliever (1967) en el sentido que la translocación de nitrógeno se hace principalmente como nitrógeno soluble desde las hojas a otros tejidos de reserva, como son ramillas y raíces.

Cuadro 2 — Contenido de nitrógeno soluble en diferentes tejidos de duraznero cv. Fortuna, según su época de muestreo. La Platina, 1975.

EPOCA DE MUESTREO	HOJAS (mg N/g M. S.)	RAMILLAS (mg N/g M. S.)	RAICES (mg N/g M. S.)
Febrero	106 ¹ a ²	106 c	113 c
Marzo	75 b	98 c	102 c
Abril	68 c	134 a	87 c
Mayo		125 b	131 b
Junio		120 b	157 a
Julio		127 b	147 a
Agosto		135 a	164 a
Septiembre		147 a	

¹Promedio de 12 observaciones.

²Para cada columna promedios con letras iguales no son significativamente diferentes. Duncan, P 0,05.

A diferencia de lo observado para N-total en hojas (Cuadro 1), en que se detectó una baja de un 13% entre febrero y abril, en N-soluble (Cuadro 2) se observó desde la primera fecha de muestreo una caída directa, estimada en un 36%; es probable, entonces, que la hoja comience a retranslocar su N-soluble antes de febrero como lo señala Taylor y Van den Ende (1969).

Shim, Titus y Splittstoesser (1973) observaron en manzanos que durante el período de senescencia de hojas, éstas sufren pérdidas que llegan a 70% de nitrógeno y que ramillas, tronco y raíces aumentan en su contenido.

En ramillas, por el contrario, se observó un aumento significativo en contenido de N-soluble de marzo a abril, lo que al parecer indicaría que las ramillas por ser los tejidos

más cercanos a las hojas iniciarían la reacumulación de reservas antes que las raíces.

El contenido de N-soluble en ramillas disminuyó a partir de abril y se mantuvo constante durante la época de receso; esta disminución podría atribuirse a una retranslocación hasta las raíces, ya que en estos tejidos se observó un alza, o a una síntesis de proteínas, ya que según el Cuadro 1 el N-total en ramillas aumentó durante esta época.

Mientras en raíces el contenido de N-soluble se mantuvo sin variación, a lo menos hasta la brotación, en ramillas hubo un aumento notorio hacia fines de invierno (Cuadro 2).

Como el contenido de N-total en ramillas (Cuadro 1) no demostró variación entre mayo y agosto, el aumento observado en agosto

para N-soluble (Cuadro 2) podría atribuirse a una hidrólisis proteica, más aún si se observa que no hay variación en el contenido de raíces. Boliard (1957) y O'Kennedy, Hennerly y Titus (1975) han señalado que parte o todo el nitrógeno presente en el flujo savial en ramillas de manzanos puede resultar de la hidrólisis de proteínas almacenadas.

Por otra parte Mason y Whitfield (1960) y Taylor (1967) indican que durante el período que transcurre desde yema hinchada a floración, la concentración del nitrógeno soluble

aumenta marcadamente en yemas y brotes en desarrollo.

Variación en el contenido de arginina a través de la época de muestreo para diferentes tejidos de duraznero cultivar Fortuna

Los niveles de arginina (mg arg/g M. S.) encontrados en hojas (Cuadro 3), son considerados bajos; esto concuerda con los resultados presentados por Taylor y May (1967) en durazneros.

Cuadro 3 — Contenido de arginina en diferentes tejidos de duraznero cv. Fortuna, según su época de muestreo. La Platina, 1975.

EPOCA DE MUESTREO	HOJAS (mg arg/g M. S.)	RAMILLAS (mg arg/g M. S.)	RAICES (mg arg/g M. S.)
Febrero	2.8 ^a b ^a	1.1 d	12.1 c
Marzo	2.0 c	3.1 d	16.8 c
Abril	3.4 a	23.3 a	14.7 c
Mayo		24.4 a	23.0 b
Junio		21.7 b	29.8 a
Julio		25.4 a	33.9 a
Agosto		21.5 b	35.6 a
Septiembre		14.6 b	

¹Promedio de 12 observaciones.

²Para cada columna promedios con letras iguales no son significativamente diferentes. Duncan P 0,05.

El aumento detectado en abril podría atribuirse a la hidrólisis proteica que está ocurriendo en esta época inmediatamente anterior a la caída de hojas y a una demora en su degradación hacia aminoácidos tales como ác. aspártico, asparagina y glutamina (Boliard, 1957), que sería la forma en que este aminoácido se moviliza en las especies de la familia ROSACEAE.

El contenido de arginina en ramillas aumentó en ocho veces entre marzo y mayo, manteniéndose constante hasta agosto donde se observó una disminución atribuible a la reiniciación de la actividad por crecimiento (Cuadro 3).

Esto concuerda con lo reportado por Boliard (1957) quien señala que durante el período de receso existe un aumento considerable de arginina en la savia de algunas especies de la familia ROSACEAE, lo que estaría corroborando estos cambios a nivel de ramillas. O'Kennedy *et al* (1975), indican que esta

forma de reserva sería almacenada en la corteza de ramillas de manzano en forma proteica y en madera como N soluble.

En raíces, en cambio, el aumento se presentó más tarde y sólo se duplicó entre abril y junio para mantenerse constante hasta el momento de brotación. Aun cuando no se tiene el nivel para el mes de septiembre, es posible pensar que los aportes de nitrógeno de reserva para el crecimiento de primavera desde las raíces ocurren más tarde que los aportes de ramillas.

CONCLUSIONES

— Se comprobó que durante el período de senescencia las hojas retranslocan su nitrógeno principalmente como nitrógeno soluble, siendo posteriormente sintetizado y almacenado, primero en ramillas por ser éstos los tejidos más cercanos, y luego en raíces.

— La disminución observada en nitrógeno

soluble para ramillas entre abril y mayo es significativa, manteniéndose constante durante el período de receso. Esto podría atribuirse a una retranslocación hasta las raíces, donde se observó un incremento; o bien, a una síntesis de compuestos nitrogenados, ya que se aprecia para estos tejidos un aumento en nitrógeno total durante esta época.

— El aumento de arginina en ramillas y raíces durante el receso se hace significativo hasta la brotación, cuando disminuye en ramillas ya que siendo arginina un compuesto de reserva es rápidamente utilizado en la síntesis de nuevos tejidos cuando los compuestos de reserva son escasos.

R E S U M E N

Esta investigación se realizó en la Estación Experimental La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias en Santiago.

Hojas, ramillas y raíces de duraznero de 7 años, cultivar Fortuna, fueron muestreadas cada 30 días desde febrero (postcosecha) a septiembre (plena flor) de 1975. Se eligieron treinta y seis plantas al azar; cada 3 de ellas constituyeron la unidad experimental alcanzando a 12 repeticiones. Ni antes ni durante el transcurso del ensayo se hicieron aplicaciones de fertilizantes.

Los análisis fitoquímicos se hicieron en ramillas de un año y a sus correspondientes hojas. Las raíces fueron colectadas entre 20 y 40 cm de profundidad y de un diámetro no mayor a 7,5 mm. Los compuestos analizados fueron nitrógeno total, nitrógeno soluble y arginina, expresados en mg/g materia seca.

En las hojas se observó una disminución de nitrógeno total y soluble a medida que se acercaba el período de abscisión, al mismo tiempo que todos los compuestos aumentaban en tejidos de ramillas y raíces, a causa de la hidrólisis y retranslocación desde las hojas y su posterior síntesis en los tejidos leñosos.

Durante el período de receso el movimiento de nitrógeno tiende a estabilizarse en ramillas para todos los compuestos observados, no variando mayormente el contenido. Sin embargo, en raíces el aumento es significativo desde comienzos del receso hasta junio, tanto en nitrógeno soluble como en arginina, para estabilizarse posteriormente y permanecer en su nivel máximo hasta la brotación.

Los resultados obtenidos para ramillas durante plena flor indican que el contenido de nitrógeno soluble no es significativamente mayor al obtenido durante el mes de agosto. Sin embargo, el nitrógeno total y arginina disminuyen significativamente. Este resultado estaría indicando que, tanto la hidrólisis de compuestos de reserva como aquéllos que se están sintetizando para el nuevo desarrollo de tejidos, se igualan y que, además, durante este período no existiría una fuente externa de nitrógeno para este último proceso desde las raíces.

S U M M A R Y

SEASONAL FLUCTUATION OF SOME NITROGEN COMPOUNDS IN PEACH TISSUES *Prunus persica* (L.), cv. FORTUNA

The experiment was conducted at La Platina Experimental Station, Santiago, Chile.

Leaves, shoots and roots of 7 years old peaches, cv. Fortuna, were sampled every 30 days between February (post-harvest) and September (full bloom) of 1975. The experimental units consisted in 3 plants with 12 replications.

Chemical analysis were made in one year old shoots and its corresponding leaves, and in roots collected at 20-40 cm soil depth. Roots selected were less than 7.5 mm in diameter. Analyzed compounds were: total and soluble nitrogen and arginine, expressed in mg/g dry matter.

As leaves reached abscission, both, total and soluble N, decreased, while all nitrogen fractions increased in shoots and roots. This was attributed to hydrolysis and retranslocation from the leaves and a subsequent synthesis in woody tissues.

During dormancy, nitrogen movement in shoots was limited and no variation was detected for any of the analyzed compounds. On the other hand, an increase, from fall up to June, was observed for both soluble N and arginine in roots. Later on, these fractions tended to stay at its maximum level, until bud swelling.

In shoots, during the full-bloom period, soluble N content was not higher than in August, but total N, as well as arginine, decreased. It is probable that hydrolysis of reserve compounds and synthesis of new ones for new growth are leveled at this time, and that shoots are not getting extra nitrogen from the roots.

LITERATURA CITADA

- BOLLARD, E. G. 1957. Nitrogenous compounds in tracheal sap of woody members of the family rosaceae. *Aust. J. Biol. Sci.* 10: 288-291.
- FEUCHT, W. 1967. La fisiología de la madera frutal. *Ciencias Agrícolas, Univ. de Chile, Fac. Agron.* N° 1: 44-48.
- GILBOE, D. and WILLIAMS Jr. 1956. Evaluation of the Sakaguchi reaction for quantitative determination of arginine. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 91: 535-536.
- HILL-COTTINGHAM, D. G. and WILLIAMS, R. R. 1967. Effect of time of application of fertilizer nitrogen on the growth, flower development and fruit set of maiden apple trees, var. Lord Lambourne, and on the distribution of total nitrogen within the trees. *J. Hort. Sci.* 42: 319-338.
- KLEWER, S. M. 1967. Annual cycle changes in the concentration of free aminoacids in grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 18: 126-137.
- KOCHER, F. and VALENZUELA, J. 1971. Nitrogenous constituents in tissues of growing and dormant Lowbush Blueberry plants. *J. Hort. Sci.* 6 (4): 411-413.
- MASON, A. C. and WHITFIELD, A. B. 1960. Seasonal changes in the uptake and distribution of mineral elements in apple trees. *J. Hort. Sci.* 35: 34-35.
- MC KEE, W. S. 1962. Nitrogen metabolism in plant. Clarendon Press, Oxford.
- OLAND, K. 1959. Nitrogenous reserves of apple trees. *Physiol. Plant* 12: 594-648.
- . 1963. Responses of cropping apple trees to post harvest urea sprays. *Nature* 198: 1282-1283.
- O'KENNEDY, B. T., HENNERTY, M. J. and TITUS, J. S. 1975. Changes in the nitrogen reserves of apple shoots during the dormant season. *J. Hort. Sci.* 50: 321-329.
- SAGISAKA, S. 1974. The effect of low temperature on aminoacid metabolism in wintering poplar. *Plant Physiol., Lancaster* 53: 319-322.
- SHIM, K. K., TITUS, J. S. and SPLITTSTOESSER, W. E. 1973. The upward and lateral translocation of urea supplied to roots of apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98 (6): 623-625.
- TAYLOR, O. K. 1967. Storage and mobilization of nitrogen in fruit trees: A review. *The Australian Inst. of Agric. Sci. Jour.* 33: 23-29.
- and MAY, L. H. 1967. The nitrogen nutrition of the peach trees. II. Storage and mobilization of nitrogen in young trees. *Aust. J. Biol. Sci.* 20: 389-411.
- and VAN DEN ENDE, B. 1949. The nitrogen nutrition of the peach trees. IV. Storage and mobilization of nitrogen in mature trees. *Aust. J. Agric. Res.* 20: 869-881.