

# EXCESO DE AGUA EN EL SUELO: EFECTO SOBRE LA CALIDAD DEL FRUTO DEL DURAZNERO *Prunus Persica* (L.) Batsch

MIRTA G. GONZÁLEZ; GISELA MORENO; ERNESTO B. GIARDINA & MARIANO DI MIRO

FAUBA. Cátedra Edafología. Av. San Martín 4453. (1417) Buenos Aires, Argentina. mggonzal@agro.uba.ar

Recibido: 00/00/00

Aceptado: 00/00/00

## RESUMEN

El duraznero es un cultivo perenne que requiere para su crecimiento un suelo sin limitaciones, en base a ello el objetivo de este trabajo fue estudiar los cambios químicos producidos en el suelo en condiciones de anegamiento, desde floración hasta fructificación, relacionándolo a la calidad y cantidad de la fruta.

Se trabajó con un suelo Argiudol de características vérticas, con un destacado horizonte Bt que posee 35-38% de arcilla.

Se realizaron dos tratamientos: control, sin anegamiento (C) y con anegamiento (T).

En el tratamiento (C), la disponibilidad hídrica de los mismos estuvo sujeta a las condiciones climáticas que se presentaron durante el ensayo, incluyendo la realización de riego complementario permitiendo en todo momento que el suelo se mantenga en condiciones óptimas de humedad. Los resultados del ensayo estuvieron relacionados a los cambios en las características químicas del suelo, planta y fruto. Los suelos anegados tuvieron, contenidos de fósforo y potasio deficientes que repercutió en un menor rendimiento (peso del fruto fresco y seco). Los análisis químicos en planta siguieron la misma tendencia en relación a los contenidos de nitrógeno total, fósforo y potasio que disminuyeron sustancialmente como así también el contenido de materia seca. Estas variables determinaron la disminución de la calidad de fruta en relación a su firmeza y tamaño.

**Palabras clave.** Durazno, suelo anegado, calidad de fruto.

## EXCESS WATER IN THE SOIL: EFFECT ON FRUIT QUALITY OF PEACH *Prunus persica* (L.) Batsch

### ABSTRACT

Peach is a perennial culture that requires for its growth soils without limitations, on the basis of it the objective of this work was to study the chemical changes produced in soils on flooding conditions, from flowering to fruit production, relating it to the quality and amount of the fruit.

The experiment was a done at an Argiudoll soil of vertic characteristics, with an outstanding Bt horizon that has 35-38% of clay. Two treatments were made: control, without flooding (c) and with flooding (T).

In the treatment (C), the hydric availability was subject to the climatic conditions that happened during the test, including the accomplishment of complementary irrigation allowing at any moment soil to stay in optimal conditions of moisture. The results of the test were related to changes in soil chemical characteristics. Flooded soils had, deficient levels of phosphorus and potassium that resulted in a smaller yield (Fresh and dry weight of fruit). Chemical analyses in plant followed the same tendency in relation to the contents of total nitrogen, phosphorus and potassium that diminished substantially as the content of dry matter, that was reflected in the diminution of the quality of fruit in relation to its firmness and size.

**Key words.** Peach tree, flooded soil, quality of fruit.

## INTRODUCCIÓN

Entre los frutales de carozo, el duraznero *Prunus Persica* (L.) Batsch es la especie más importante por su consumo y por la superficie que se destina a su cultivo, tanto en las distintas regiones frutícolas del mundo como en la Argentina (Lanzelotti, 1994). La producción nacional asciende a 250.500 t año<sup>-1</sup> (2003/2004), en el país las plantaciones de durazneros ocupan unas 22.000 ha. Buenos

Aires cuenta con el 46,5% del total, Mendoza posee el 29,4% y Córdoba el 11,2%, el resto se concentra en otras provincias: Santa Fe, Río Negro y Entre Ríos (INTA, 2000).

El cultivo de esta especie requiere de un suelo con características determinadas, entre éstas se encuentra buen drenaje, sin excesos de humedad en todo el año, principalmente en primavera, verano y otoño, pero pre-

sentando una capacidad de reserva hídrica suficiente. Sus raíces son muy sensibles a la asfixia debido a que en general presenta un tipo de enraizamiento superficial (Reighard, 2001).

En la provincia de Buenos Aires, el porta injerto principalmente utilizado es el "franco", el uso del mismo se debe sobre todo a su fácil propagación que lo hace muy económico, al buen poder germinativo de las semillas, el rápido desarrollo de las plantas y la gran afinidad con la mayoría de las variedades. El sistema radical es extenso y profundo, aunque la mayor parte de la cabellera se concentra en la parte superficial del perfil. El inicio de la producción es rápida y la productividad elevada (Ammu, 2000). Uno de los inconvenientes que restringen la producción es su susceptibilidad a la asfixia de raíces, problema común en años húmedos, si se considera que el tipo de suelo predominante en el área de mayor densidad de cultivo de esta especie, es franco arcilloso. Esta característica dificulta frecuentemente el drenaje y por lo tanto favorece una excesiva acumulación de agua por períodos prolongados (González, 2000). Al ser el duraznero un cultivo perenne con producción de fruta para corte, requiere para su crecimiento un suelo sin limitaciones, todas las alteraciones que causan impedimento al normal desarrollo de las raíces, se trasladan a la parte aérea de la planta, causando disminución en el crecimiento con posterior merma en la calidad de los frutos (Romo, 1985).

No es fácil distinguir entre el rol de la deficiencia de oxígeno *per se* y los efectos de las deficiencias nutricionales o producción de sustancias tóxicas del suelo, inducidas por los cambios en el pH y del potencial redox causadas por el anegamiento. Cuando el suelo pasa de aerobiosis a anaerobiosis se producen cambios importantes entre los cuales se destacan, cambios de acidez, reducción de hierro (férrico a ferroso) y alteración en las relaciones de cationes (González *et al.*, 2000).

En base a ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar los cambios de las principales variables químicas del suelo producidos en los períodos de anegamiento, relacionándolos a cambios químicos foliares, en la producción y calidad de la fruta cosechada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron árboles de duraznero, del monte frutal de la Cátedra de Fruticultura de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. El suelo responde a la clasificación de Argiudol con características vérticas. El horizonte más destacado es un Bt (20-30 cm), que posee 35-38% de arcilla.

En el monte frutal se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizado en donde cada unidad experimental estuvo

constituida por 2 árboles que fue repetida 6 veces en distintos lugares del monte.

Los tratamientos realizados en el experimento fueron: control sin anegamiento (C) y con anegamiento (T). En el tratamiento (C), la disponibilidad hídrica estuvo sujeta a las condiciones climáticas que se presentaron durante el ensayo, más la realización de riego complementario, permitiendo en todo momento que el suelo se mantenga en condiciones óptimas de humedad (capacidad de campo).

En el tratamiento (T), los árboles fueron sometidos a un exceso hídrico (anegamiento), desde el inicio del ensayo, floración (octubre) hasta la cosecha (enero).

En cada árbol se eligieron 3 sitios equidistantes de muestreo que se ubicaron debajo del árbol en la zona comprendida entre la mitad del radio medio de la copa y el perímetro de la misma (Ramírez, 2000). Se tomaron 3 muestras por planta a una profundidad de 0-20 cm donde se realizaron mediciones en floración y cosecha, en cada tratamiento: pH, con electrodo de vidrio, relación suelo: agua 1:2,5 (Jackson 1964), capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes intercambiables (Ca, Mg, Ki, Na) por el método del acetato de amonio 1 N pH 7 (Bower, 1965), carbono fácilmente oxidable: Cox (Walkley & Black, 1934) y fósforo extractable: Pe (Bray & Kurtz, 1945).

Sobre las plantas se seleccionaron al azar diez ramas por árbol, al comienzo de la floración, para realizar la determinación del porcentaje de yemas florales diferenciadas. Sobre estas ramas se midió también la cantidad de frutos que lograron establecerse. En el momento de efectuar la cosecha se determinó el índice de madurez, el color de fondo de los frutos y se pesó la producción obtenida de las ramas seleccionadas. De los frutos correspondientes a cada tratamiento, se efectuaron determinaciones y mediciones de color, cobertura y de fondo, porcentaje de cobertura, firmeza, tamaño, sólidos solubles, por medio de refractómetro y acidez, por titulación con hidróxido de sodio. Se analizó la presencia de podredumbre interna y consistencia de la pulpa.

Se realizó análisis foliar de las ramas seleccionadas para determinar los contenidos de nitrógeno total (Nt) por el método de Kjeldahl (Bremner, 1996), fósforo total (P), potasio total (K) determinado por fotometría de llama y el porcentaje de materia seca para ambos tratamientos (material molido a 0,4 mm y secado a estufa a 60 °C).

Los datos obtenidos se analizaron por medio del análisis de varianza con un nivel de significancia  $P < 0,05$ ; Test de Tuckey para comparar medias y análisis de correlación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cambios ocurridos en el suelo a lo largo del experimento, en el período desde floración a cosecha produjeron diferencias en la cantidad, calidad y sanidad del fruto cosechado. La Tabla 1 muestra que en los suelos anegados se encontraron condiciones de menor peso seco por unidad de fruto, coincidente con un menor porcentaje de sólidos solubles, color de cobertura, intensidad y luminosidad ( $P < 0,05$ ).

Existen pocos estudios realizados sobre de la influencia de la cantidad y tiempo de la aplicación del contenido de agua sobre la calidad y cantidad de frutos, en árboles

Tabla 1. Características de calidad de frutos en los tratamientos. Promedios y Coeficiente de Variación de los frutos de las ramas seleccionadas en cada tratamiento.

Table 1. Characteristic of quality of fruits in the treatments. Averages and Coefficient of Variation of the fruits on the branches selected in each treatment.

		Media	CV %
Peso fresco (g)	Trat. (C)	185,2 a	30,1
	Trat. (T)	169,1 b	35,1
Peso seco (%)	Trat. (C)	12,9 a	20,6
	Trat. (T)	10,9 b	19,7
Sólidos solubles (%)	Trat. (C)	10,7 a	20,3
	Trat. (T)	9,3 b	26,5
Firmeza (Newton)	Trat. (C)	53,2 a	39,5
	Trat. (T)	49,3 b	40,3
Color de cobertura (%)	Trat. (C)	80,2 a	45,2
	Trat. (T)	67,9 b	42,5
L (Luminosidad)	Trat. (C)	78,2 a	26,3
	Trat. (T)	70,5 b	27,6
H° (intensidad)	Trat. (C)	94,2 a	40,4
	Trat. (T)	87,3 b	38,5

\*letras distintas representan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

con producción de fruta para corte y su posterior desarrollo. Algunos estudios se basan en la caída de rendimiento de la fruta, con relación al contenido de agua del suelo. En California se estudió la producción de árboles frutales en años de lluvia y con distintos regímenes de agua en el suelo, observándose con exceso de agua una modificación sobre la cutícula de los frutos que se encuentran más susceptibles a la pérdida de agua, este hecho afectaría el tamaño de la fruta y la concentración de los sólidos solubles (Kubota. *et al.*, 1992 y Crisosto *et al.*, 1997).

En nuestra investigación se determinó una mayor proporción de fruta con un contenido de podredumbre superior en condiciones de anegamiento en todo el período en que se condujo el ensayo. En la Figura 1 se muestran las diferencias en la calidad de frutos a lo largo de la experiencia realizada.

En el suelo, los tratamientos presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en algunas variables, durante el período de realización del ensayo. Las variaciones más importantes se manifestaron en los valores de pH, Pe, K<sub>i</sub> y Mg<sub>i</sub>. Los valores de pH aumentaron, los de Pe y K<sub>i</sub> disminuyeron, mientras que los valores de Mg<sub>i</sub> mostraron un significativo aumento en los suelos anegados (Tabla 2). En los valores de Cox, CIC, Cai y Nai, no se encontraron diferencias entre los tratamientos.

Los árboles que permanecieron en condiciones de suelo anegado (T), resultaron con menor peso fresco y peso seco y deficiente calidad de frutos (Tabla 1). Reeves & Cummings (1970), y Gur *et al.*, (1998) demostraron la

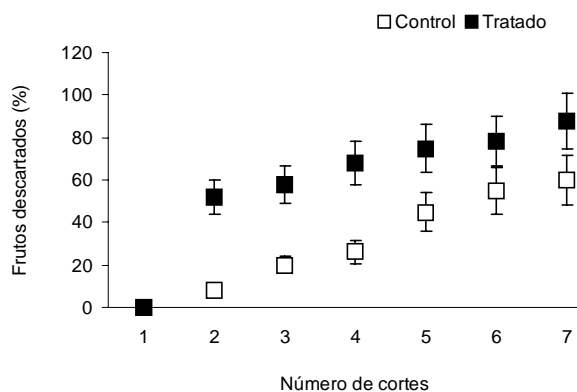


Figura 1. Diferencias en calidad de fruto (frutos descartados %) en el período de producción, números de corte: cosecha escalonada cada 4 días.

Figure 1. Differences in fruit quality (fruits discarded%) in the period of production, court numbers: it harvests staggered every 4 days.

Tabla 2. *Parámetros estadísticos*: valor medio y coeficiente de variación (CV) de las propiedades de los suelos control (C) y anegado(T).

Table 2. *Statistical parameters*: half value and variation coefficient (CV) of the properties of the soils (C) and (T).

Propiedad	Cox %	Nt %	pH	Pe mg kg <sup>-1</sup>	CIC cmolc kg <sup>-1</sup>	Ca <sub>i</sub> cmolc kg <sup>-1</sup>	Mg <sub>i</sub> cmolc kg <sup>-1</sup>	K <sub>i</sub> cmolc kg <sup>-1</sup>	Na <sub>i</sub> cmolc kg <sup>-1</sup>
Control	1,8 a	0,18 a	6,1b	42,5 a	30 a	23 a	3,0 b	2,1a	0,9a
Tratado	2,0 a	0,16 a	6,8 a	38,0 b	29 a	22 a	4,1 a	1,9 b	0,9a
CV	19,1	32,30	12,0	41,2	24,7	15,4	28,4	17,3	19,5

relación entre las deficiencias de K<sub>i</sub> en suelo, el rendimiento y la calidad de los frutos. Las investigaciones determinaron que el color, la firmeza y el tamaño del durazno esta vinculado a la relación a la disponibilidad de K<sub>i</sub> y relación K<sup>+</sup>/Mg<sup>2+</sup> del suelo. También se ha demostrado que las disminuciones de K<sub>i</sub> del suelo se relacionan con aumentos en la absorción vegetal de Mg<sub>i</sub>, coincidiendo con cambios en el crecimiento y calidad del fruto (Gur *et al.*, 1993).

En la Figura 3 se observan las diferencias encontradas en análisis foliar de ambos tratamientos, en donde el contenido de N, P y K en plantas de suelos anegados disminuye sustancialmente comparado con las del suelo control. Los resultados obtenidos en este trabajo son coincidentes con Gur *et al.* (1993); Girona *et al.* (2003); Ayars *et al.* (2003); que demostraron que altos contenidos

de K<sub>i</sub> influyen positivamente en el tamaño, la firmeza y la coloración de los frutos. Es de destacar que también el contenido de P en planta se encuentra íntimamente relacionado con el rendimiento de los frutos influyendo en forma directa con la firmeza de los mismos (Crisosto *et al.*, 1995).

El contenido de N en planta disminuyó en suelos tratados en relación a las plantas del suelo control. Las condiciones de anegamiento de los suelos en la época de mayor demanda del cultivo (floración-fructificación) determinan que la mineralización en los suelos se ve afectada, disminuyendo el N disponible en la planta en forma de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Remorini *et al.*, 2003). Se observó además, en suelos anegados(T), un mayor amarillamiento y caída de hojas, lo cual se refleja en el menor contenido de materia seca foliar, 29,6%. En contraparte, el porcentaje de materia seca en el control, tratamiento (C), fue de 34,3%.

El contenido de Pe en el suelo en el tratamiento (T) disminuyó significativamente (P<0,05), comparado con el control, tratamiento (C). En trabajos similares, la disminución del Pe del suelo fue relacionada con la incidencia del aumento de decaimiento de los frutos y con la ocurrencia de frutos de poca turgencia en la pulpa, determinando podredumbre temprana (Gur *et al.*, 1998; Glenn *et al.*, 2000). Se ha demostrado que en los árboles que fructifican en suelos con bajo nivel de Pe, las células de durazno son más grandes que las normales y contienen menos fosfolípidos en las membranas celulares. Al principio de la estación de crecimiento el Pe es requerido para formar la masa foliar y luego para el crecimiento del fruto (Silva & Rodríguez, 1995).

Se realizaron las correlaciones de fósforo, potasio y nitrógeno entre suelo y planta, para los distintos tratamientos. Se encontró correlación positiva en fósforo, obteniéndose un R<sup>2</sup> = 0,65 con una probabilidad de P = 0,05. Las otras variables solo mostraron una tendencia positiva, no alcanzando correlaciones estadísticas a una probabilidad de P= 0,05.

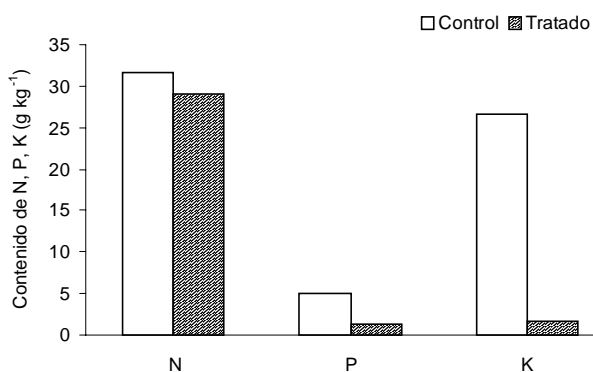


Figura 3. Comparación de variables químicas en hoja entre los distintos tratamientos. Las variables medidas son Nt, P y K (gr kg<sup>-1</sup>), distintas letras significan diferencias significativas (p< 0,05)

Figure 3. Comparison of chemical variables in leaf among the different treatments. The variables measures are Nt, P and K (gr kg<sup>-1</sup>), different letters mean significant differences (p<0,05)

El presente trabajo confirmó que los cambios en las condiciones nutricionales del suelo fueron suficientemente grandes como para causar cambios en planta, condicionando la calidad y rendimiento de los frutos.

## CONCLUSIONES

El trabajo demostró que el anegamiento afectó el metabolismo y el cuajado de los frutos influyendo, en forma directa sobre los parámetros de calidad medidos. Los frutos en condiciones de anoxia resultaron de menor peso (seco y fresco), coincidente con un menor porcentaje de sólidos solubles, firmeza de pulpa, color de cobertura y una mayor cantidad de frutos con síntoma de podredumbre en todo el período en que se condujo el ensayo.

Las principales variaciones en suelo se presentaron en los contenidos de pH,  $Mg_i$ ,  $P_e$  y  $K_i$ . Los suelos con período de anegamiento tuvieron mayor pH,  $Mg_i$  y menor contenido de  $P_e$ ,  $K_i$  que los suelos con condiciones hídricas normales

En las hojas de los árboles bajo condiciones de anegamiento, se encontró una disminución de materia seca y del contenido de N, P y K. A pesar de estas diferencias solo se encontró correlación positiva entre los valores de suelo y de planta para el P ( $R^2 = 0,65$ ;  $P = 0,05$ ), no manifestándose a ese nivel de probabilidad en N y K.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Técnico Químico, Eduardo Vella, de la Cátedra de Edafología por su colaboración en este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Amma, AT. 2000. Aspectos nutricionales y fertilización. Jornada de Actualización Aspectos del cultivo de Duraznero. *EEA INTA San Pedro* 35:24-31.

Ayars, JE; RS Johnsons; TJ Phene; TJ Trout; DA Clark, & RM Mead. 2003. Water use by drip-irrigated late-season peaches. *Irrigation Soil Sci of Amer.* 22:187-194.

Bray, RH & LT Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci. Soc. America* 59:39-45.

Bower, W. 1965. Soluble Salts. *En: Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Ed. Black, Am.Soc. of Agronomy, Soil Sci. Soc. America, 677 South Segoe Road, Madison, W153711, USA. 933-951.

Bremner, JM. 1996. Nitrogen-Total. *Methods of Soil Analysis.* 1085-1123 *In: Sparks DL (ed). Chemical Methods. Part 3. Am.Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.*

Crisosto, CH; R Scott Johnson; T De Joung & KR Day. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *Hort. Science* 32 (5): 820-823.

Crisoto, CH; RS Mitchell, Johnson. 1995. Factors in fresh market stone fruit quality. *Postharvest News and information* 6(2): 17N-21N.

Girona, J; MMata; A Arbones; S Alegre; J Rufat & JMarsal. 2003. Peach tree response to single and combined regulated deficit irrigation regimes under shallow soils. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 128: 432-44.

Glenn, MD; R Scorza & C Bassett. 2000. Physiological and morphological traits associated with increased water use efficiency in the willow-leaf peach. *Hort Science* 35 (7): 1241-1243.

González, J. 2000. Manejo de suelos en montes de duraznero. Jornada de Actualización. Aspectos del cultivo de Durazno. EEA INTA San Pedro. 20-30.

González, MG; A Segat & ME Conti. 2000. Reacción del suelo. Principios de Edafología. Con énfasis en suelos Argentinos. 2ª. Ed. *Facultad de Agronomía de la U.B.A.* 215-228.

Gur, A; A Gabai & J Mouyal. 1998. Combating flooding damage in peach tree. *Acta Hort.* 465: 609-612.

Gur, A; J Moyal & A Gabai. 1993. Prevention of damage caused to fruit trees by inadequate soil aeration. *Acta Hort.* 348:215 - 218.

Jackson, ML. 1964. *Análisis Químico de Suelos.* 3º Ed. Omega. Barcelona, Pp.622

Kubota, N & S Kudo. 1992. Effects of soil moisture tension on phenolic contents and astringency in peach fruits. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 61: 31-37.

Lanzelotti, JJ. 1994. Curso de Frutales de Carozo para zonas Templadas Húmedas. INTA San Pedro. Buenos Aires. Argentina.

Reeves, J & G Cummings. 1970. The influence of some nutritional and management factors upon certain physical attributes on peach quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:338-341.

Reighard, GL; ML Parker; GW Krewer; TG Breckman; WW Bruce; J Smith & J Whiddon. 2001. Impact of Hurricanes on Peach and Pecan Orchards in the Southeastern United States. *Hort Science.* 36 (2) 250-252.

Ramirez, DF. 2000. Fertilización balanceada en frutales caducifolios en [www.corpmisti.com.pe/novedades](http://www.corpmisti.com.pe/novedades).

Remorini, D & R Massai. 2003. Comparison of water status indicators for young peach trees. *Irrigation Science.* Published online. Springer Verlag. 28 de marzo del 2003.

Silva, H & J Rodríguez. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. *Universidad Católica de Chile* 20 (18): 397-405 pp.

Walkley, A & IA Black. 1934. An examination of the Degtareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.