

EFECTO DE CUATRO MANEJOS DEL SOBRE LA DENSIDAD DE RAÍCES A

duraz

[*Prunus pérsica* (L) Batsch] a 10 cm

Por: *GÓMEZ Andrés / **GÓMEZ Luis

**Effect of four soil managements on the
density in peach absorbing roots [*Prunus
persica* (L.) Batsch] to 10 cm deep**

*Ingeniero Agropecuario y Director del Grupo de investigación
en Frutales Caducifolios del Trópico Alto (FRUCTAL),
Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Email:
luchogo1962@hotmail.com

**Estudiante de IX Semestre de biología, Universidad Nacional
de Colombia. Coordinador grupo estudiantil Bioinformatics and
Molecular Physiology of Plant's Stress. Email:
faagomezca@unal.edu.co.

Recibido: 23 de junio de 2011
Aceptado para publicación: 9 de septiembre de 2011
Tipo: Investigación

EL SUELO ABSORBENTES EN

no m de profundidad

RESUMEN

El árbol de Durazno (*P. pérsica*) está constituido por dos partes estructurales: una epigea, conformada por el tronco que soporta el sistema caulinar, y otra hipogea que constituye el sistema radicular. Este último, de acuerdo con la base morfoanatómica y las funciones específicas, presenta varios tipos de raíces: absorbentes, de transición y de conducción. Las absorbentes (de color blanquecino translúcido) son fisiológicamente muy activas y representan entre el 80 y el 85% de la totalidad del sistema radical. Aunque las raíces de los árboles frutales se desarrollan siguiendo un patrón genético, algunas condiciones medioambientales producen variaciones morfológicas en su desarrollo. En este trabajo se estudió la densidad del aparato radical absorbente en el cultivo de Durazno (variedad Dorado), a 10 cm de profundidad. Se empleó la técnica volumen del cilindro, en función del manejo del suelo, utilizando 2 tipos de coberturas (cobertura viva, cobertura muerta), control de arvenses con herbicida y un referente tradicional con labranza. Los resultados mostraron que la cobertura con material vegetal muerto, sobre el suelo (10 cm de profundidad) bajo el diámetro de la copa del árbol (160 cm), generó un mayor desarrollo del sistema radicular, evidente en una mayor densidad.

Palabras clave: sistema radicular, ambiente rizosférico, coberturas.

ABSTRACT

Peach Tree (*P. persica*) consists of two main structural parts: a epigeal, formed by the trunk that supports the cauline system, and a part which is the hypogeous root system. The latter, according to the structure and specific functions morfoanatómica presents various types of roots: absorbent, transitional and driving. The feeder roots (translucent whitish) are physiologically very active and represent between 80 and 85% of the entire root system. Although the roots of fruit trees in a pattern develop genetic, some environmental conditions, morphological variations in their development. In this paper we study the density of the absorbing root system in the cultivation of peach (cv. Dorado) to 10 cm deep, using the technique of the cylinder volume, according to soil management using 2 types of coverage (live cover, mulch) weed control with herbicide and a traditional reference tillage. The results showed that coverage by dead plant material on the soil (10 cm deep) under the diameter of the tree (160 cm), led to greater root development evidenced in a higher density.

Keywords: root system, rhizosphere environment, coverage.

INTRODUCCIÓN

El Durazno es un árbol frutal caducifolio, drupácea, leñoso, de la familia rosáceae, originario de China (Angeline, 2008). Fisiológicamente se adapta bien a las condiciones pedoclimáticas de las altiplanicies intertropicales, especialmente en el Altiplano Boyacense, donde hay en la actualidad aproximadamente 1083.3 hectáreas plantadas, con una producción anual de 11,826 t/año (Censo Nacional Agropecuario, 2011). Aunque es originario de zonas templadas del norte, (Angeline, 2008) encontró, en las altiplanicies intertropicales andinas, condiciones, de baja latitud compensada con la altitud (Quijano, 2009), que favorecen las funciones fisiológicas de la actividad vegetativa, la reproducción y la fructificación con resultados satisfactorios (Fischer, 1994). Lo anterior se constituye en argumentos válidos para emprender en estos territorios, la búsqueda de nuevos y/o más desarrollados conocimientos que permitan una mejor comprensión de los fenómenos que controlan la vida de estas especies frutales, y su capacidad productiva. Bajo una concepción más clara de los factores que regulan el crecimiento y el desarrollo del árbol frutal caducifolio, se tendrá la oportunidad de innovar en técnicas que solucionen deficiencias en el proceso productivo, y lograr una mayor reducción de la amplia brecha que separa el potencial productivo, de la producción real (producción en Italia 70 t/ha, vs. Colombia 9.9 t/ha aprox.), en esta región del mundo. A pesar de contar con fortalezas manifiestas de clima y suelo (Quijano, 2009; Fischer, 1994), se adolece de una decidida preocupación por la investigación en este campo de la fruticultura.

Estructuralmente el árbol frutal consta de dos partes. Una epigea que corresponde a la estructura aérea compuesta por el tronco y la copa y, otra hipogea o subterránea que está constituida por el aparato radical (Agustí, 2008; Valli, 1999; Salisbury y Ross, 1992). Es pertinente afirmar que la investigación sobre la parte aérea de la planta es más prolifera, con trabajos que van desde: el efecto de la poda intensiva en la calidad de fruto y su importancia en la arquitectura y producción del árbol, peso del fruto, contenido de azúcares y ácidos (Kumar, 2010); efecto del tratamiento con hormonas exógenas en los procesos de abscisión (Zanchin, 1995). Además de documentadas revisiones sobre los procesos de maduración con acercamientos bioquímicos (Brady, 1987) e implementaciones recientes de avances en biología molecular y procesos de desarrollo del fruto (Giovannoni, 2001); al igual que, el sinnúmero de estudios en el campo de la fotosíntesis como: Cain (1973, 1972, 1971), Jaskson (1981, 1980, 1978a), Marchi (2008), entre otros. Mientras que, el limitado número de reportes sobre el sistema radicular permite mencionar a Baldini (1988) como referencia importante en el tema. Lo anterior, en concordancia con las características de organización (localización subterránea del sistema radicular) que hacen difícil su muestreo. Sin embargo, como menciona Gil (1999), existen numerosos métodos para muestreo de la región radicular, todos con algún grado de dificultad o deficiencia, como: la excavación, la observación, ya sea directa a través de ventanas o indirecta por endoscopios en tubos; la determinación de actividad con sustancias radiactivas o agotamiento de agua en el suelo.



El aparato radicular, órgano sobre el cual se sustentan en alto grado los procesos físico-químicos y fisiológicos bajo el suelo, determina el óptimo desarrollo de hojas, flores, frutos y semillas (Fischer, 1994). Sirve adicionalmente de anclaje y soporte, absorbe agua y minerales disueltos en la solución del suelo, elabora hormonas trasladables hacia la parte aérea (giberelinas y citoquininas), almacena metabolitos de reserva (carbohidratos principalmente), sintetiza compuestos nitrogenados y se encarga del intercambio gaseoso (Gil *et al.*, 1999; Fischer, 1994; Baldini, 1988). Suministra agua y materiales disueltos en ella, transportados por vías especializadas (Salisbury y Ross, 1992).

La función de absorción por parte del sistema radicular, es fundamental para que miles de reacciones químicas se realicen continuamente, transformando agua, sales minerales y gases del ambiente en tejidos y órganos vegetales (Taiz y Zeiger, 2006). Desde el momento de la formación del cigoto hasta su muerte, la función metabólica depende del sistema de absorción, favoreciendo el crecimiento de la planta e incrementando su complejidad (Salisbury y Ross, 1992).

La forma general de los sistemas radiculares de los frutales caducifolios como el durazno, es controlada principalmente por mecanismos y patrones genéticos más que ambientales (Taiz y Zeiger, 2006; Salisbury y Ross, 1992; Baldini, 1986). Sin embargo existen muchos estudios (Hodge, 2009, para una mejor revisión) que muestran al ambiente como factor



determinante en aspectos morfológicos (nutrición, humedad de suelo, compactación, estructura, textura, aireación, materia orgánica, PH, temperatura, manejo de suelo y condiciones biológicas, entre otras) (Salisbury y Ross, 1992; Klepper, 1987).

El sistema absorbente está formado por raicillas con pocos mm de longitud y un diámetro de 2-3 mm. Éstas son divertículos delgados de algunas células de la rizodermis y, tienen una coloración blanquecina. Las raíces fibrosas no muestran un crecimiento diametral y mueren pronto (Agustí, 2008; Fisher, 1994; Baldini, 1986). También se caracterizan por tener una estructura anatómica primaria y son fisiológicamente, muy activas, representan entre el 80 y 85% del total del sistema radical. En árboles frutales se clasifican de acuerdo con sus características morfoanatómicas y funciones, especificando tres tipos: raíces absorbentes, raíces de transición y raíces conductoras (Baldini, 1986).

Las técnicas de cultivo y el manejo del suelo, como la disposición de diferentes tipos de cobertura influyen en la densidad del sistema radicular absorbente. Varios estudios se reportan sobre este comportamiento en zonas templadas del norte y del sur: Baldini (1986) hace referencia al efecto en el sistema radicular, en durazno, con control químico (herbicida); cobertura con paja y con labranza a 20 cm de profundidad. Gil (1999) también menciona un estudio en raíces de manzano con diferentes manejos del suelo. Coker (1959) hace un trabajo en manzana Cox sobre porta injerto M9, con cobertura de

pasto vivo, Mitchel y Blac (1968) con la misma cobertura en Durazno. Weller (1971) anuncia un proceso de labranza cero con aplicación de herbicidas y también aborda allí el sistema radicular, pero con cobertura, hallando en éste mayor respuesta para el desarrollo de raíces.

En los altiplanos tropicales, específicamente en Boyacá, éste es un tema poco abordado, razón por la cual se ha considerado la realización de este estudio; teniendo en cuenta que actualmente se cuenta con un área sembrada de 1083,3 hectáreas, con una producción anual de 11.826 toneladas (Secretaría de agricultura de Boyacá, 2011). En esta investigación, se determinó la densidad de las raíces absorbentes del durazno, en función de cuatro técnicas: Labranza, cobertura viva, cobertura muerta y control químico. Debido a la textura franco-arcillo-arenosa del suelo, las mediciones se realizaron a 10 cm de profundidad, lo cual mostró que los terrenos manejados con coberturas muertas pueden ser más adecuados para el desarrollo del sistema radicular absorbente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Tuta Boyacá (Colombia), 25° 42' L N y 73° 14' L O, 2640 msnm. Con régimen de lluvias bimodal, precipitación promedio de 750 mm anuales; temperatura 14°C; humedad relativa del 75%; brillo solar 6.2 horas diarias y un fotoperiodo de 12.2 horas. El marco de plantación es de 4x4m en 3 bolillos para una densidad de 712 p/ha. El área total de estudio comprende 3200 m², con 200 árboles.

Suelo. De tipo Franco-arcillo-arenoso, PH de 5.9, con un contenido de materia orgánica del 4%, estructura estable y una densidad aparente de 1.3 g/cm³, de acuerdo con análisis químicos y físicos realizados antes de iniciar el estudio. Durante éste, el suelo se mantuvo con una humedad a capacidad de campo.

Material vegetal. El porta-injerto es un Durazno común Blanco propagado por semilla (Franco). Se tomaron 36 árboles en producción de la variedad Dorado, con edad de 6 años, y sembrados a unas distancias de 4x4 m para una densidad de 625 árboles/ha, verificando que no presentaran deficiencias minerales ni estuvieran afectados por plagas o enfermedades.

El total de árboles se dividió en 4 grupos: 1) se le hizo labranza al suelo para control de arvenses, dejándolo limpio. 2) se aplicó herbicida (glifosato) 150 cc/20 litros de agua para control de arvenses sin labranza (dos aplicaciones durante el período de estudio, en el inicio y hacia la mitad del tiempo: días 0 y 60). 3) con cobertura viva (gramíneas y leguminosas), haciendo cortes periódicos con guadaña. 4) Con cobertura muerta compuesta por residuos vegetales de la defoliación y poda, hierva previamente cortada y deshidratada colocada sobre la superficie del suelo (formando una lámina de 5 cm aprox.). Todos los tratamientos iniciaron 120 días antes del muestreo y el diámetro de estudio fue igual al proyectado por la copa (3m). Cada grupo se distribuyó en 3 repeticiones; cada una conformada por 3 árboles.

El trabajo de campo se inició terminando la cosecha; desde el momento de la defoliación hasta inicio del endurecimiento del endocarpio (Carozo del fruto), que en la variedad Dorado comprende un período de 120 días.

Toma de muestras. Las muestras se tomaron en el día 120 del tratamiento, sobre la superficie del suelo, hasta 10 cm de profundidad, área en la que se observó mayor desarrollo de raíces adsorbentes (Datos no mostrados). Para este procedimiento se utilizó el método del cilindro de volumen conocido, empleado para hallar densidad aparente de suelos (Malagón, 1998). Se empleó un cilindro de PVC con 7.3 cm de altura por 4 cm de diámetro (volumen del cilindro: $VC = \pi \cdot r^2 \cdot h$). Se tomaron 4 muestras, bajo la copa de cada árbol, a 4 diámetros diferentes: 40, 80, 120 y 160 cm respectivamente (desde el centro hacia fuera).

Para hallar la densidad de las raíces adsorbentes de cada muestra se extrajo el volumen de suelo del cilindro. Por tamizado se separaron las raicillas del suelo y se hizo pesaje de éstas en una báscula electrónica sensible ($D = mf/vc$ donde mf = masa fresca y vc = volumen del cilindro). Se tabularon luego los datos organizados por tratamientos y repeticiones.

El análisis de los hallazgos se realizó mediante pruebas t-student, tomando la densidad radicular como variable medible y tratamientos como las dos variables nominales (C. MU. vs HERB; C. VI. vs HERB., etc.), para cada una de las mediciones (40, 80, 120 y 160 cm) entre tratamientos. La hipótesis alternativa es: existencia de verdades diferentes entre las medias no iguales a cero, con un valor $p \leq 0,05$. Se utilizó el paquete estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El producto y el análisis estadístico (prueba T-student) muestran que en efecto, el manejo del ambiente rizosférico en árboles de durazno, produce variaciones de carácter morfológico y cuantitativo en el sistema de absorción. Además fue posible identificar diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en las coberturas estudiadas: Cobertura viva (C.VI), herbicida (HERB.) y cobertura muerta (C.MU) frente al tratamiento control, labranza (LABR.); exceptuando LABR. Vs C.VI en muestreo a diámetros de 120 y 160 cm.

Las Figuras 1 y 5 (Tabla 1) muestran que las C.MU., incidieron notablemente en el incremento de la densidad del sistema radicular adsorbente. Los promedios obtenidos 0,0422 g/cm³, 0,0407 g/cm³, 0,0420 g/cm³, 0,03659 g/cm³ en las mediciones a 40, 80, 120 y 160 cm respectivamente, superan las cifras de los demás tipos de manejo en los mismos diámetros muestreados. Numerosos estudios han demostrado el efecto de las coberturas muertas sobre la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales favorecen el desarrollo del sistema rizosférico al bajar las tasas de evaporación del agua y, crear un ambiente térmico más estable con respecto al ambiente exterior (Angeline, 2008; Agustí, 2008; Baldini, 1986). El material vegetal dispuesto como cobertura, es susceptible a la descomposición microbiana y acumulación gradual de materia orgánica en el suelo.

Tratamientos	Densidad g/cm ³ (promedios)							
	40 cm	Error Estándar	80 cm	Error Estándar	120 cm	Error Estándar	160 cm	Error Estándar
labranza	0,029000	0,000242	0,029111	0,000291	0,030333	0,000319	0,023889	0,000340
C. viva	0,031556	0,000193	0,030778	0,000346	0,030778	0,000174	0,027000	0,000236
Herbicida	0,034556	0,000249	0,036667	0,000249	0,036444	0,000249	0,030111	0,000249
C. muerta	0,042222	0,000271	0,040778	0,000287	0,042000	0,000200	0,036556	0,000343

Tabla 1. Promedios por tratamiento para cada una de las mediciones hechas (40, 80, 120 y 160 cm de diámetro).

Estos niveles altos de materia orgánica influyen en la estabilidad estructural, infiltración, retención de humedad y, favorecen la formación de poros para aireación y baja densidad aparente del suelo (Villalobos, 2008; Montenegro y Malagón, 1999; Burbano, 1989; Primavesi, 1982). En este contexto, el durazno que posee un aparato radicular extenso y poco profundo, con pelos absorbentes cortos y densos (Gil, 2000; Valli, 1999; Baldini, 1986), puede encontrar condiciones muy favorables para la exploración de un mayor volumen de suelo, lo que implica, para la absorción, un aprovechamiento eficiente de agua y nutrientes. Por esto, en circunstancias de sequía, las coberturas muertas se constituyen en un factor determinante para la conservación del potencial hídrico del suelo, fundamental para las raíces que son más sensibles a pequeñas aflicciones que los brotes epigeos (Richards y Cockroft, 1975).

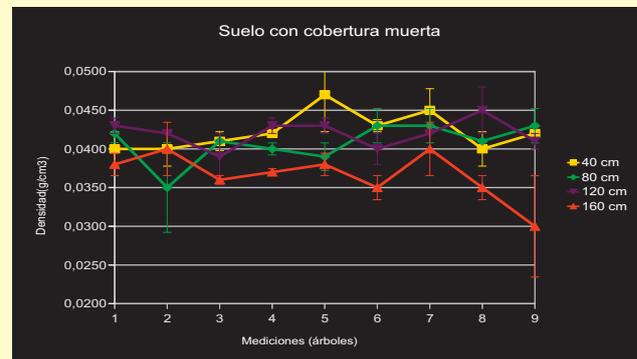


Figura 1. Comportamiento de la densidad radicular (g/cm³) en la población de mediciones para el tratamiento con cobertura muerta. Las barras indican el error típico.

El efecto de la cobertura muerta también interviene en la oxigenación del suelo, necesaria para un buen desarrollo radicular (10% generalmente) (Huck, 1970; Williamson, 1964), que garantiza un terreno con buena porosidad (calidad de estructura) y, la formación de canaliculos construidos por la fauna, la materia orgánica de las coberturas y raíces viejas en descomposición (Primavesi, 1982; Duncan, 1969). También se ha reportado que los "mulch" o coberturas vegetales inertes, especialmente de gramíneas, por sus altos contenidos en carbohidratos, favorecen el incremento de las poblaciones de microorganismos que utilizan el carbono como fuente de energía, produciendo sustancias que actúan como agregantes del suelo (ej: ácidos poliurónicos) (Burbano, 1989; Primavesi, 1982), mejoran la solubilidad de nutrientes, fijan Nitrógeno atmosférico y crean antagonismos con organismos patógenos (Agustí, 2008; Taiz y Lyncol, 2006; Valli, 1999; Salsbury y Ross, 1992; Primaveci, 1988; Baldini, 1986.). El manejo con HERB (Figuras 2 y 5, Tabla 1) mostró un segundo promedio en densidad radicular adsorbente, seguido por el tratamiento con C.VI. (Figuras 3 y 5, Tabla 1), y el de más baja respuesta fue el manejo con LABR. El control químico de la hierba bajo el diámetro del dosel del árbol con eliminación de los órganos epigeos de las arvenses. Si bien, reduce la pérdida de agua por transpiración, puede aumentar la pérdida por evaporación del terreno limpio alimentado por capilaridad. De acuerdo con Baldini (1986), el deshierbo químico no influye en las características físicas del suelo pero puede interferir sobre la composición de la microflora de la rizósfera y la economía en la



nutrición mineral de la planta, por eliminación de competencia. Sin embargo, los sistemas radiculares de las hierbas desecadas que se descomponen dentro del suelo, pueden tener efecto en la mejora física por aporte de materia orgánica. En el manejo del suelo con HERB., las raíces no disturbadas por efectos de la labranza, sobresalen hasta los estratos superficiales del suelo, desarrollándose un abundante sistema absorbente (Gil, 1999; Baldini, 1986; Atkinson y Wihite, 1980; Weller, 1971), pero pueden reducir el capital microbiológico útil para las raíces y el suelo.

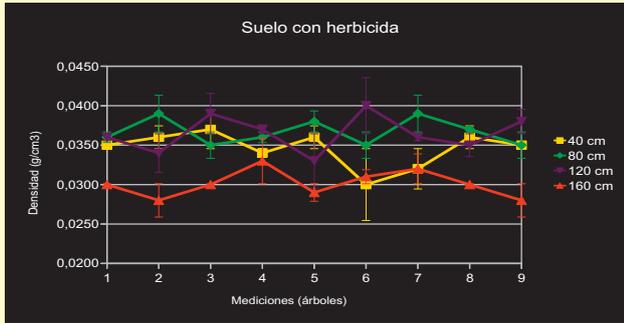


Figura 2. Comportamiento de la densidad radicular (g/cm^3) en la población de mediciones para el tratamiento con herbicida. Las barras indican el error típico.

Algunas investigaciones han demostrado que el exceso de fertilización, la aplicación de herbicidas y fungicidas reducen la actividad microbiológica. Ocurre lo contrario en suelos cubiertos, no disturbados, con abundante materia orgánica. En este proceso, la fertilización artificial disminuye, lo que permite un estado de micorrización abundante (Valli, 1999; Baldini, 1998; Burbano, 1989).

El suelo con C.VI., que no presenta diferencias con los anteriores (C.MU. Y HERB.), disminuyó los promedios con respecto a C.MU., Y HERB. (Figura 5 y 6) Se pudo presentar por competencia en agua y nutrientes generados por la diversidad de raíces activas de las arvenses. Sin embargo, influye de manera útil en las propiedades del suelo (estructura, densidad, infiltración, materia orgánica, fauna y microfauna, reciclaje de nutrientes y oxigenación) (Gil, 1999; Baldini, 1986). Los efectos causados por la competencia, pueden ser controlados con mayores aplicaciones de agua y fertilización siempre que no haya antagonismos entre raíces (alelopatía). En terrenos fértiles con coberturas vivas, vigorosas se puede hacer un control segando la hierba y dejándola en el campo, esto según lo han señalado Fritzsche y Nyfeler (1974), genera un incremento en crecimiento de raíces del orden del 32%.

El manejo de suelo con LABR., una técnica tradicional, obtuvo los más bajos promedios (Figura 4; Tabla.1). Este resultado pudo presentarse por diferentes factores: aflicción hídrica por alta evaporación del suelo expuesto directamente al ambiente, daño en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (fenómeno ya muy conocido por efectos del laboreo inadecuado), y la destrucción de raíces, ocasionada por las herramientas de labranza. Para dar claridad a estas hipótesis, Malangón y Montenegro (1999), y Villalobos (2008) reportan que la labranza continua, pulveriza el suelo; las partículas muy pequeñas aumentan el área expuesta a la acción de la atmósfera lo que aumenta la tasa de evaporación y, expone horizontes subsuperficiales húmedos. De otro modo,



Valli (1999) reporta que la mutilación de raíces entre 25 al 30% origina menor absorción de agua y nutrientes y, menor producción de hormonas (citoquininas principalmente, las cuales se generan en los ápices radicuales). Además de la formación de suelos de labranza (Horizonte compacto) por el tránsito de máquinas y herramientas pesadas, se presenta también pérdida de suelo por erosión, bajos contenidos de materia orgánica, disminución de poros, menor actividad microbiológica aerobia y menos capacidad de almacenamiento de agua.

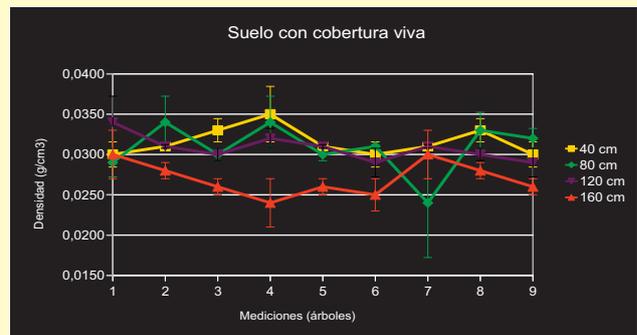


Figura 3. Comportamiento de la densidad radicular (g/cm^3) en la población de mediciones para el tratamiento cobertura viva. Las barras indican el error típico.

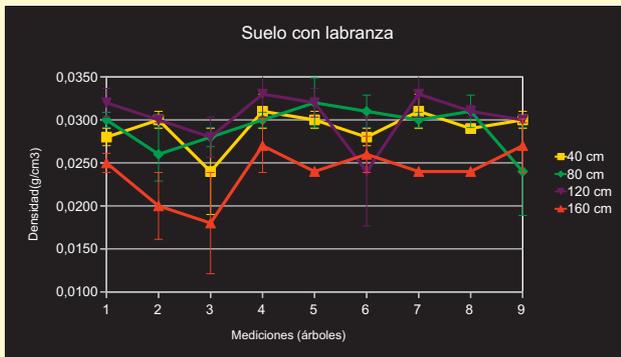


Figura 4. Comportamiento de la densidad radicular (g/cm^3) en la población de mediciones para el tratamiento con labranza. Las barras indican el error típico.

En las Figuras 5 y 6 (Tabla 1 y 2) se puede constatar que en cada uno de los tipos de manejo, la densidad radicular a 160 cm, tiende a bajar. Los valores promedio disminuyeron conservando en su orden las mismas posiciones; el resultado se presentó posiblemente porque esta zona es la de mayor influencia en la aplicación de agua y nutrientes; sin embargo, la raíz de durazno, tiene en general una amplitud de desarrollo mayor que el diámetro de la copa, alcanzando diámetros 2 a 3

veces la copa en suelos francos Rogers y VyVyán (1934), pero con máxima concentración entre 0,3 y 1 m^2 . Debe precisarse que la distribución depende también de la densidad de plantación y, el sistema radicular de los árboles de durazno no se entremezcla. (Gil, 1999; Valli, 1999; Baldini, 1986; 1961; Bini y Zhiasci, 1961; Bargioni, 1959).

Tratamientos	Densidad	ES
Labranza	0,112333	0,000715
C. viva	0,120111	0,000513
Herbicida	0,137778	0,000760
C. muerta	0,161556	0,000658

Tabla 2. Promedios globales de densidad radicular por tratamiento. Densidad en g/cm^3 . ES, error estándar.

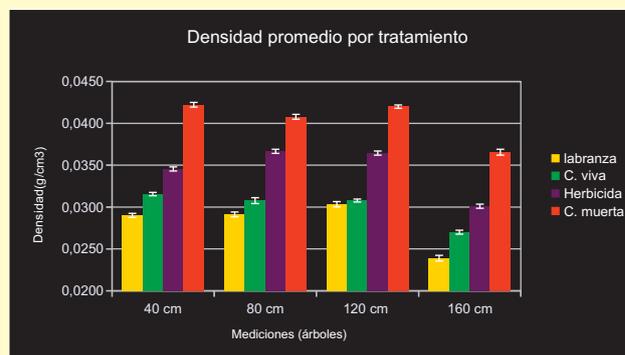


Figura 5. Promedios de densidad radicular (g/cm^3) por tratamiento para cada una de las 4 mediciones. Las barras indican el error estándar.

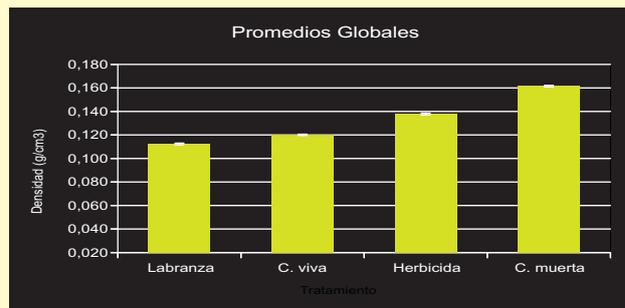


Figura 6. Promedios globales por tratamiento. Las barras indican el error estándar.

CONCLUSIONES

Las variaciones en ambiente edáfico, en cultivos de durazno independientemente de sus características genéticas, producen modificaciones en el desarrollo de su sistema radicular con efectos en características morfológicas y en valores cuantitativos. La protección del suelo, además de constituirse en una de las mejores técnicas para su conservación, se convierte en un factor de crecimiento favorable para los sistemas radicales de árboles frutales. Como se constató en este trabajo, las coberturas con materiales vegetales muertos son una buena alternativa para la búsqueda de una reducción del impacto destructivo que ocasiona la inadecuada labranza sobre suelo y raíces. La riqueza espectral del trópico es una oportunidad que se debe aprovechar para la producción de biomasa que sirva como protección del terreno; pero que

además haga buenos aportes de materia orgánica en pro de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. El conocimiento generado por los resultados de este estudio

puede enriquecerse mostrando datos a diferentes profundidades y contrastando con la observación de otras variables (área foliar, nutrición, producción y calidad de la fruta).

BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M. 2008. Fruticultura. Ed. Mundi Prensa, España.
- Angelini, R. 2008. Il pesco. Coltura y cultura. Ed. ART Servizi, S.p.A- Bologna.
- Atkinson, D. y White, G. 1998. Mineral nutrition of fruit trees. Ed. Butterworths in London, Boston.
- Baldini, E. 1986. Arboricultura General. Cooperativa Librería Editrice Bologna.
- Bargoni, G. 1959. Studi e ricerche sul sistema radicale del pesco nel veronese. XLIII(9-10): 400-419, Riv. Ortoflorofrut. Ital
- 1961. Ulteriore ricerche sul sistema radicale del pesco nei terreni veronese di origen efluvio-glaciale. XXIII(5): 563-572, Frutticoltura.
- Bini, G. y Chisci, P. 1961. Alcune osservazione sul reciproco comportamento de le radici del pesco e del pero. XLV(4): 345-352, Rev. Ortoflorofrut. Ital.
- Brady, C. 1987. Fruit Ripening. 38:155-178. Annu. Rev. Plant. Physiol.
- Braudo, A. 1992. Mineral nutrition. Prac., 2159-163, IV Int. Symp. Groper. Physiol., Turin- Italia.
- Burbano, H. 1989. El suelo una visión sobre sus componentes biorgánicos. (1): 46-80. Serie investigaciones, Universidad de Nariño.
- Cain, C. 1971. Effect of mechanical pruning of apple hedgerows with a slotting saw on light penetration and fruiting. 96: 664-667, J. Amer. Soc. Hort. Sci.
- 1973. Foilage canopy development of 'McIntosh' apple hedgerows in relation to mechanical pruning, the unterception of solar radiation, and fruiting. 98: 357-360. J. Amer. Soc. Hort. Sci.
- 1972. Hedgerows orchard desing for most efficient interception of solar radiation. Effect of tree size, shape, spacing, and row direction. 2(7): 1-14. Search in Agriculture.
- Censo Nacional Agropecuario, 2011.
- Coker, G. 1959. Root developmen of Apple tres in grass and clean cultivation. 34:111-121, J. Hert. Sci.
- Fischer, G. 1994. Crecimiento y desarrollado de los frutales caducifolios. UPTC, Tunja.
- Fritsch, R. y Nyfeler, A. 1974. The influence of soil cultivation on the development and activity of apple tree roots. 13: 341-351. Schweiz. Landw. Forsch.
- Geddeda, Y., Trappe, M. y Stebins, L. 1984. Effects of vesicular- arbuscular mycorrhizae and phosphorous an apple seedlings. 109: 24 - 27, J. amer. Soc. Hort. Sci.
- Gil, F. 1999. Fruticultura: el potencial productivo, crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. 3a Edic. Univ. Cat. Chile. Santiago Chile.
- 2000. Fructucultura: la produccion de fruta. Fruta de clima templado y uva de vino. 1a Edic. Univ. Cat. Chile. Santiago Chile.
- Giovannoni, J. 2001, Molecular Biology of Fruit Maturation and Ripening 52: 725-749, Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.
- Hodge, A. *et al.* 2009. Plant root growth, architecture and function. 321:153-187, Plant Soil.
- Hoepner, F., Koch, B. y Covey, R. 1983. Enhancement of grow and Phosforous concentrations in apple seedlings by vesicular arbuscular mycorrhizae. 108: 207 - 209, J. Amer. Soc. Hort. Sci.
- Jaskson, E. 1978a. Utilization of light resource by high density planting system. 65: 61-70, Acta Hort.
- 1980. Light interception and utilization by orchard systems. 2: 208-267, Hort. Rev.
- 1981. Theory of light interception by orchards and a modelling aproch to optimizing orchad desing. 114: 69-79, Acta. Hort.
- Jhonson, S. *et al.* 1983. Effect of soil management on mineral composition and storage quality of cox's orange Pippin apples. 35: 317 - 326, J. Hort. Sci.
- Klepper, B. 1987. Origin, branching and distribution of root systems. Root Development and fuction. P 103- 124-Cambridge University Press, Cambridge.
- Kumar, M. *et al.*, 2010. Effect of pruning intensity on peach yield and fruit quality. 125: 218-221. Scientia Horticulturae.
- Malagón, D. 1998. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agricolas. Manual técnico. Pp 360 Fun. Univ. Juan-catellanos.
- Marchi, S. *et al.* 2008. Variation in mesophyll anatomy and photosynthetic capacity during leaf development in a deciduous mesophyte fruit tree (*Prunus persica*) and an evergreen sclerophyllous Mediterranean shrub (*Olea europaea*). 22: 559-571, Tress.
- Mitchel, D. y Black, J. 1968. Distribution of peach roots under pasture and cultivation. 8:106-111, Austral.J. exp. Apr. Anim. Husb.
- Montenegro, H., Malagón, D. y Guerrero, L. 1990. Propiedades Físicas de los Suelos. P 813, Subdirección Agrológica. I.G.A.C. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Bogotá, Colombia.
- Primavesi, A. 1982. Manejo ecológico del suelo. Ed. El ateneo. Buenos Aires.
- Quijano, Rico M. 2009. Viticultura tropical a gran altitud. rev. Cultura científica. P. 60-68.
- Richards, D. y Cockroft, B. 1975. The effect of soil water on root production of peach trees in summer. 26 : 173-180, Austral. J. Agr. Res.
- Rogers, S.y Vyvyan, M. 1934. Rootstock and soil effect on apple root systems. 12: 110-150, J. Pom. Hort. Sci.
- Ruiz, R. y Massa, M. 1994. Respuesta al K en parronales de uva de mesa de Aconcagua. 73: 26-31, IPA-LaPlatina.
- Salisbury, F. y Ross, C. 1992. Fisiología Vegetal. Ed. Iberoamerica, Mexico, D.F.
- Taiz, L. y Zeiger, E. 2006. Fisiologia Vegetal. 1a Edición. Ed. Universitat Jaume I.
- Valli, R., 1999. Arboricultura General e especial. Ed. Agricole, Bologna.
- Weller, F. 1971. A method for studying the distribution of absorbing roots of fruit trees. 7: 351-361, Exp. Agr.
- Zanchin, A., *et al.*, Characterization of abscission zones in the flowers and fruits peacht [*Purnus persica* (L.) Batsch]. 129: 345-354. New Phytol.