

# Estudio radicular de *Vochysia guatemalensis* (cebo) en Sarapiquí, Heredia. Costa Rica

Ileana Moreira <sup>1</sup>  
Elizabeth Arnáez <sup>2</sup>

*El objetivo general del trabajo fue estimar la biomasa radicular del Vochysia guatemalensis (cebo) en condiciones naturales y de plantación.*

## Palabras clave

Cebo, *Vochysia guatemalensis*, especies forestales nativas, raíces en especies forestales.

## Resumen

Estudios sobre el desarrollo radicular deben estar incluidos en todos los trabajos que contemplen la autoecología de la especie y los procesos de domesticación, recuperación de zonas y reforestación

El objetivo general del trabajo fue estimar la biomasa radicular del *Vochysia guatemalensis* (cebo) en condiciones naturales y de plantación.

El trabajo se llevó a cabo en la región Huetar Norte de Costa Rica, sector atlántico, de agosto del 2002 a diciembre del 2004. El comportamiento de cebo (*Vochysia guatemalensis*) se evaluó en condiciones de plantación y en crecimiento natural (en zonas de protección a orillas de bosque o en áreas de cultivo). En cada árbol se demarcaron los puntos cardinales (este-oeste-norte-sur), en cada transepto

se muestrearon tres puntos (*copa y media, copa y media copa*) y en cada punto, tres profundidades (10, 30 y 50 cm) para un total de 9 muestras por transepto y 36 por árbol. En cada punto se extrajeron las raíces finas, las cuales se llevaron al laboratorio, donde se les estimó el peso fresco y seco, para determinar la biomasa radicular por punto. Se recopiló información sobre las condiciones climáticas de la zona.

Para esta especie se obtuvo el mayor peso seco de raíces en enero del año 2003. En *Vochysia guatemalensis* (cebo) en zona boscosa se obtuvo la mayor densidad de raíces antes de la copa, a los 15 cm al este y norte y a los 30 cm al sur.

Se encontraron diferencias significativas entre lugar (bosque-plantación) y especie, orientación (puntos cardinales), punto de muestreo (antes de la copa, debajo de la copa y después de la copa) y lugar y especie con la orientación. Con el resto de la variables ambientales no se encontraron diferencias significativas.

Los resultados muestran que hay una alta correlación entre precipitación, el peso

1. M.Sc. Escuela de Biología del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: [imoreira@itcr.ac.cr](mailto:imoreira@itcr.ac.cr).
2. M.Sc. Escuela de Biología del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: [earnaez@itcr.ac.cr](mailto:earnaez@itcr.ac.cr).

húmedo del suelo y el año, la luz y temperatura, la precipitación y humedad del suelo. Por otro lado, se encontraron correlaciones negativas entre peso húmedo del suelo y % de humedad del suelo, precipitación, temperatura y raíz húmeda y % de humedad de raíz con luz. En la zona del bosque se encontraron las correlaciones más altas tanto positivas como negativas.

## Introducción

El desarrollo radicular es un aspecto que se debe contemplar en todo estudio sobre autoecología de la especie, pues este debe ser del conocimiento del investigador en todo proceso con miras a la domesticación de especies. Tanto el crecimiento de las raíces como el de los vástagos dependen, en varios aspectos, unos de otros y, si el crecimiento de uno se encuentra muy modificado, lo probable es que al otro le suceda lo mismo.

La competencia por agua y nutrientes depende de la distribución relativa de las raíces finas de los árboles, pero debe tomarse en cuenta que esta competencia se da con la vegetación que hay en su base y tiene que ver con el diámetro y profundidad de dichas raíces (Spek y Purnomosidhi, 1995).

En la zona tropical se han realizado pocos trabajos sobre las características de las partes subterráneas de las plantas y no es sino en la última década cuando se han podido estudiar en zonas templadas como un esfuerzo para entender el ecosistema boscoso en su conjunto (Moreira, 2004).

La ausencia de este tipo de estudios se debe a la dificultad en las observaciones pues los trabajos requieren una remoción del suelo, lo cual modifica en muchos casos su topografía. Cada una de las especies del bosque presenta un sistema radicular propio y las características genéticas juegan un papel determinante en su desarrollo, el cual muestra variaciones

como resultado de la adaptación a las condiciones del medio. Hay raíces que no tienen flexibilidad para superar los obstáculos de suelos con mucha piedra y pocos nutrientes.

En este contexto se muestra que la determinación de la biomasa de raíces finas de las especies forestales es una necesidad en el proceso de utilización de estas, especialmente de aquellas que se encuentran en peligro de extinción y que se desean utilizar en planes de reforestación. El crecimiento y arquitectura de las raíces tienen mucho que ver con el comportamiento de la especie, principalmente en aspectos relacionados con competencia por espacio y nutrientes, así como en su expresión fenotípica.

El objetivo general del trabajo fue estimar la biomasa radicular del *Vochysia guatemalensis* (cebo) en condiciones naturales y de plantación.

## Metodología

El estudio se llevó a cabo en la región Huetar Norte de Costa Rica, sector atlántico, de agosto del 2002 a diciembre del 2004. El comportamiento del cebo (*Vochysia guatemalensis*) se evaluó en condiciones de plantación y en crecimiento natural (en zonas de protección a orillas de bosque o en áreas de cultivo). Ambas zonas se encuentran en suelo ultisol con clima muy húmedo (Muller, 1997).

Las zonas muestreadas se encuentran ubicadas en la provincia de Heredia, en el límite de la región Huetar Norte y la región Atlántica (10° 28' N, 84° 02' W). El clima se puede caracterizar como cálido-húmedo, con precipitaciones promedio anual aproximadamente de 3200 mm; la humedad relativa oscila entre un 80% y un 90%. La estación climatológica de finca La Selva, registra una temperatura promedio de 26°C a 30°C. Las oscilaciones de temperatura a lo largo del año son insignificantes (2.5°C) (Muller, 1997). La

*La competencia por agua y nutrientes depende de la distribución relativa de las raíces finas de los árboles, pero debe tomarse en cuenta que esta competencia se da con la vegetación que hay en su base y tiene que ver con el diámetro y profundidad de dichas raíces (Spek y Purnomosidhi, 1995).*

*El estudio se llevó a cabo en la región Huetar Norte de Costa Rica, sector atlántico, de agosto del 2002 a diciembre del 2004.*

vegetación que cubre esta región está clasificada como bosque tropical de tierras bajas, específicamente bosque tropical muy húmedo, incluyendo una mayor riqueza florística y faunística (García *et al.*, 2000).

### Descripción de la metodología

El comportamiento en plantación fue evaluado en la estación biológica La Selva, finca La Guaria, ubicada en Puerto Viejo de Sarapiquí, situada de 35 a 140 m.s.n.m con un promedio de precipitación anual de 3930 mm, en las parcelas del proyecto Especies Nativas. La otra parcela a utilizar fue la ubicada en el Roble de Chilamate de Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.

Los árboles ubicados en finca La Guaria fueron plantados en el año 1989, no tienen tratamientos de fertilidad del suelo, presentan un distanciamiento 2 X 2, cada una de ellas con 100 árboles. Dentro de estas parcelas se muestrearon raíces de *Vochysia guatemalensis* (cebo). En cada árbol se

demarcaron los puntos cardinales (este-oeste-norte-sur). Cada mes se trazaron dos transeptos diagonales en sentido este-oeste, norte-sur, desde una distancia que abarca la copa y media de un extremo hasta la del otro extremo de la diagonal; en cada transepto se muestrearon tres puntos (*copa y media, copa y media copa*) y en cada punto tres profundidades (10, 30 y 50 cm) para un total de 9 muestras por transepto y 36 por árbol (fig. 1). En cada punto se extrajeron las raíces finas del árbol analizado, previa identificación por olor, morfología y color. Estas se llevaron al laboratorio, donde se les estimó el peso fresco y seco para determinar la biomasa radicular por punto.

Se recopiló información sobre precipitación y temperatura de la estación meteorológica ubicada en la estación biológica finca La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente.

*Los árboles ubicados en finca La Guaria fueron plantados en el año 1989, no tienen tratamientos de fertilidad del suelo, presentan un distanciamiento 2 X 2, cada una de ellas con 100 árboles.*

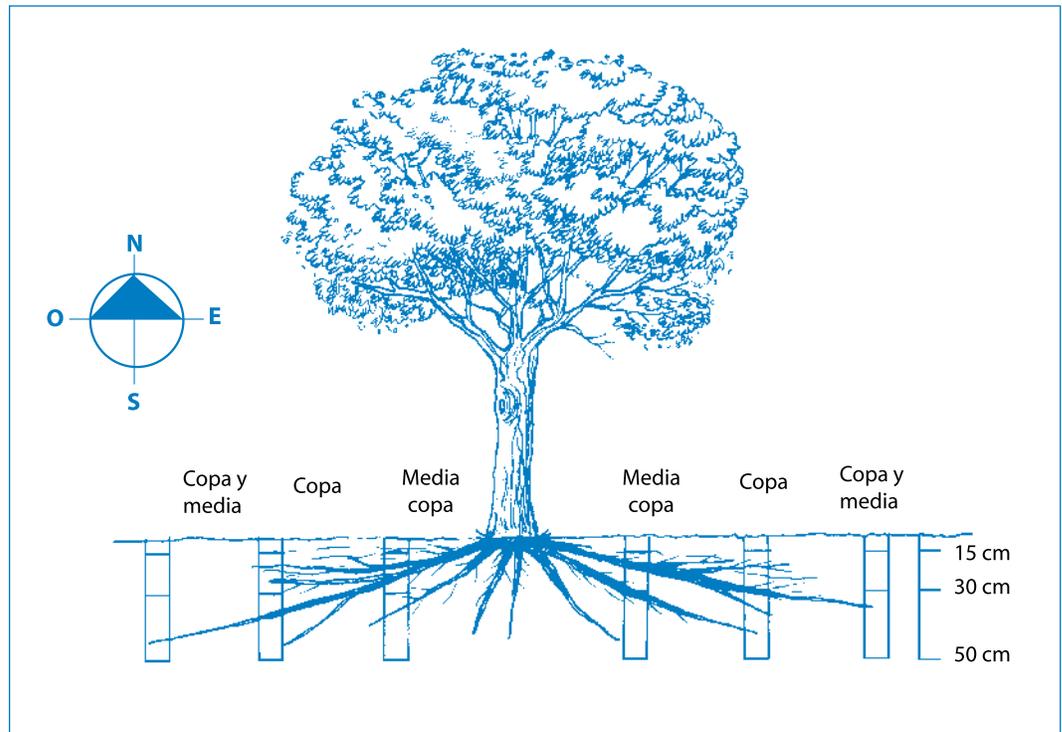


Figura 1. Distribución de los puntos de muestreo radicular.

## Resultados y discusión

### Crecimiento radicular

La semilla de *V. guatemalensis* está caracterizada como alada, lo cual es muy común en plantas con hábito heliófita. Cuando es arrastrada por el viento, cae al suelo, de manera que se pone en contacto con el sustrato el área donde está ubicado el polo radicular del embrión, lo que permite que emerja una radícula muy larga y que la parte aérea se eleve envuelta aún en la cubierta seminal, típico de la germinación epígea, que produce una plántula fanerocotilar.

Diversos estudios han determinado que el sistema radicular varía entre las plantas de la misma especie. Los patrones radiculares varían a través del tiempo y están influenciados por factores genéticos y ambientales. (Fitter, s.f.; Singh & Sainju, 1998). Además, la compactación del suelo,

la proporción de difusión de oxígeno en el suelo, densidad aparente, diámetro de los poros del suelo son factores dentro del suelo que producen cambios en el comportamiento de las especies (Covarrubias & Mata, 1979).

### Análisis de porcentaje de humedad

Los mayores porcentajes de humedad en raíces de cebo (*Vochysia guatemalensis*) se dan en los meses de noviembre (2002) y agosto (2003). En setiembre se registró la mayor temperatura. El porcentaje de humedad del suelo se mantuvo más estable durante el tiempo que duró el estudio, pero se registra un aumento considerable de ese contenido en el mes de diciembre (2002). En el 2003 es en marzo cuando se registra ese aumento (fig.2); esto deja claro que dichos contenidos de humedad van con las condiciones ambientales a las que están sujetas las especies forestales.

Diversos estudios han determinado que el sistema radicular varía entre las plantas de la misma especie. Los patrones radiculares varían a través del tiempo y están influenciados por factores genéticos y ambientales.

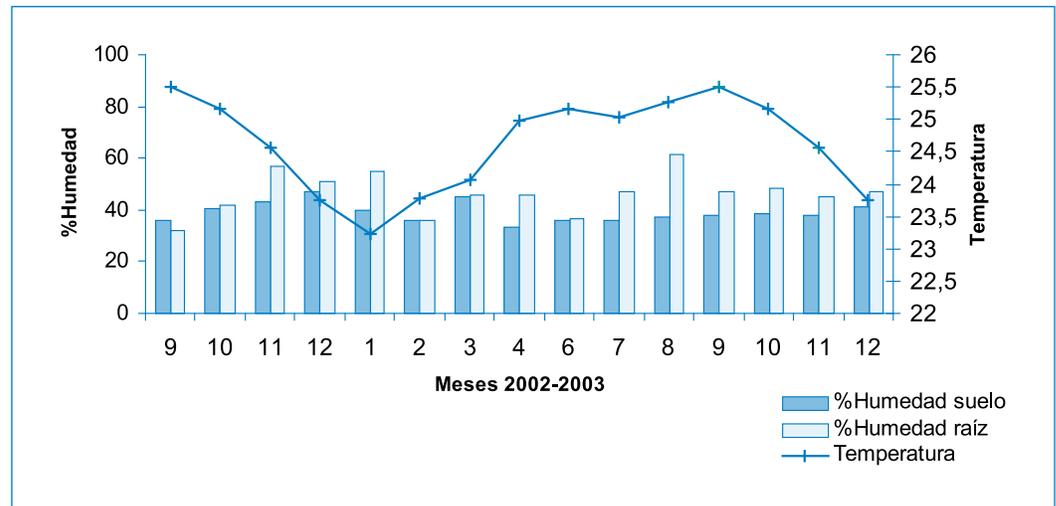
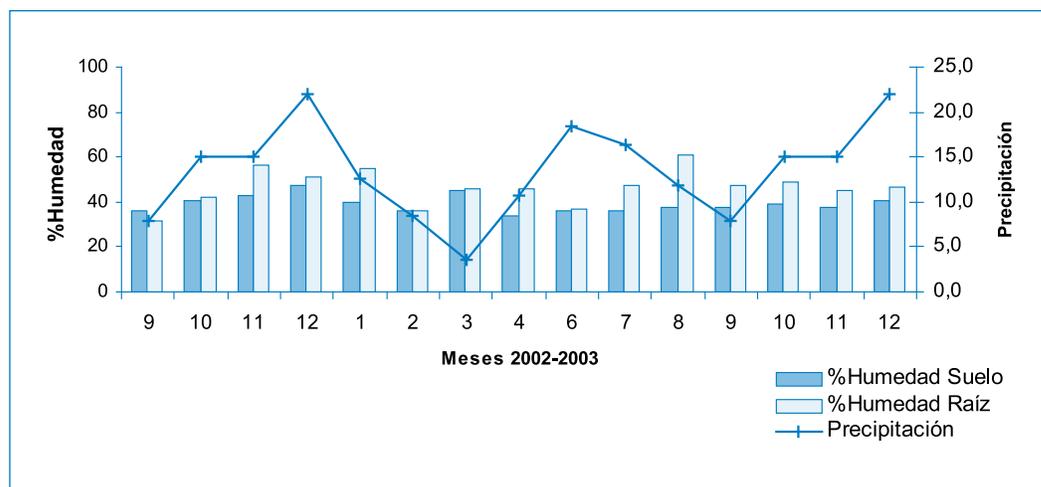


Figura 2. Porcentaje de humedad de suelo y raíz vs. temperatura (°C) en *Vochysia guatemalensis* (cebo), en finca La Selva, La Guaría 2002-2003.

En noviembre (2002) y agosto (2003) se obtuvo el mayor porcentaje de humedad de raíces. Los mayores porcentajes de humedad se mostraron entre diciembre y junio (fig. 3).

Aparentemente el principal factor que estimula la producción de raíces finas es el aumento en el contenido de humedad del suelo (Kavanagh & Kellman, 1992; Black, 1998, Rojas, 2000).



**Figura 3.** Porcentajes de humedad de suelo y raíz vs. precipitación en muestras de cebo (*Vochysia guatemalensis*) en La Guaría, Sarapiquí (2002-2003).

Generalmente los mayores porcentajes de humedad en las raíces del cebo en el bosque se obtuvieron a los 15 cm de profundidad en los sitios antes de copa y después de copa (fig. 5); en el punto de copa, en el punto cardinal este, se obtiene la mayor densidad radicular a los 45 cm de profundidad, y en el sector oeste, a los 15 y 30 cm.

Rojas (2000) no encontró diferencias significativas entre las distancias muestreadas, pero sí diferencias significativas entre fechas en cuanto al contenido de humedad en el suelo. Además, la distribución de raíces finas varió significativamente entre las diferentes profundidades, lo que coincide con lo encontrado en este estudio.

### Densidad radicular

Se obtuvo el mayor peso seco de cebo en enero del año 2003, precisamente después de la mayor precipitación (fig.7), lo cual coincide con lo propuesto por Rojas (2000), quien encontró que la mayor producción de raíces ocurrió posteriormente a la caída de las primeras lluvias.

En la zona boscosa a los 15 cm al este y norte y a los 30 cm al sur fue donde se obtuvo la mayor densidad de raíces y en el punto antes de la copa (fig. 7). En algunos estudios se encontró que los primeros 10 cm tienen mayor densidad de raíces y, conforme aumenta la profundidad del suelo, disminuye la densidad de raíces finas, posiblemente por el mayor contenido de materia orgánica y minerales (Cavalier & Estevez, 1996, Rojas, 2000). Lo encontrado se justifica pues, al parecer,

la mayor absorción mineral tiene lugar en los primeros 20 a 30 cm. De igual forma, la mayor proporción de raíces absorbentes no se presentan hasta los primeros 30 cm, mientras que la distancia a la que se extienden depende de la edad del árbol. También la extensión de la masa radical depende del tipo de suelo, la profundidad del nivel freático y el origen genético. (Alvarado & Sterling, 1993).

Generalmente los mayores porcentajes de humedad en las raíces del cebo en el bosque se obtuvieron a los 15 cm de profundidad en los sitios antes de copa y después de copa (fig. 5); en el punto de copa, en el punto cardinal este, se obtiene la mayor densidad radicular a los 45 cm de profundidad, y en el sector oeste, a los 15 y 30 cm. Esto indica que no hubo un patrón fijo de comportamiento o que los suelos eran muy irregulares y no permitieron un desarrollo homogéneo de raíces, pero coincide con lo estudiado por Covarrubias & Mata, (1979), que, en condiciones de clima subtropical, la distribución de raíces más pequeñas se encuentra en las capas más profundas en suelo arenoso, mientras que en suelo areno-limoso estas raicillas se encuentran en los primeros 25 cm de profundidad.

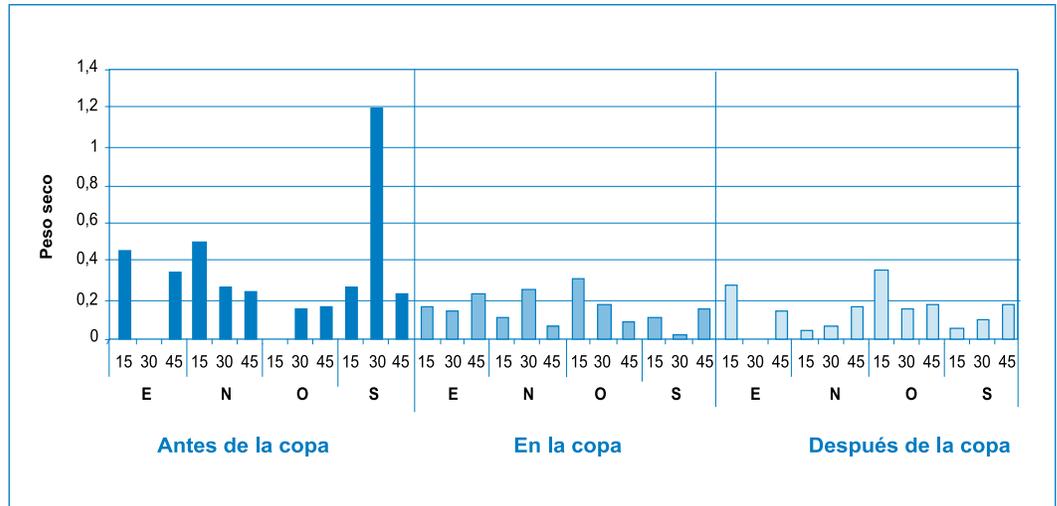


Figura 4. Densidad radicular por sitio, para el *Vochysia guatemalensis* (cebo) en bosque. Sarapiquí. Costa Rica. 2002-2003.

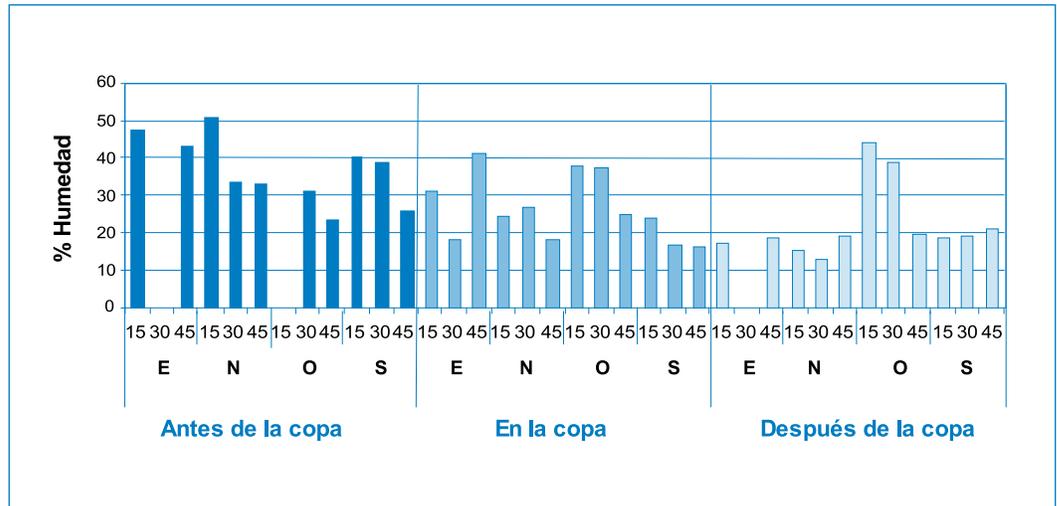


Figura 5. Porcentaje de humedad en las raíces del *Vochysia guatemalensis* (cebo) en bosque. Sarapiquí, Costa Rica. 2002-2003.

En finca La Guaria, la mayor densidad radicular se encontró a los 45 cm para los puntos norte y sur en el sitio antes de copa. En el este en el sitio copa, esta mayor densidad se presentó a los 30 cm de profundidad (fig.6). Esto muestra que esta especie no presenta un patrón homogéneo de distribución radicular.

En lo que respecta a los porcentajes de humedad, es a los 15 cm del sitio antes

de copa, en los puntos este y norte, y en el sitio copa, en el punto norte. En el sitio después de copa, a los 30 y 45 cm de profundidad dicho porcentaje tiene su más alto valor (fig.7).

Respecto a los análisis estadísticos aplicando la prueba no paramétrica de Pearson, se encontraron diferencias significativas entre lugar (bosque-plantación) y especie ( $F=66,098$ ;  $P_{valor} =$

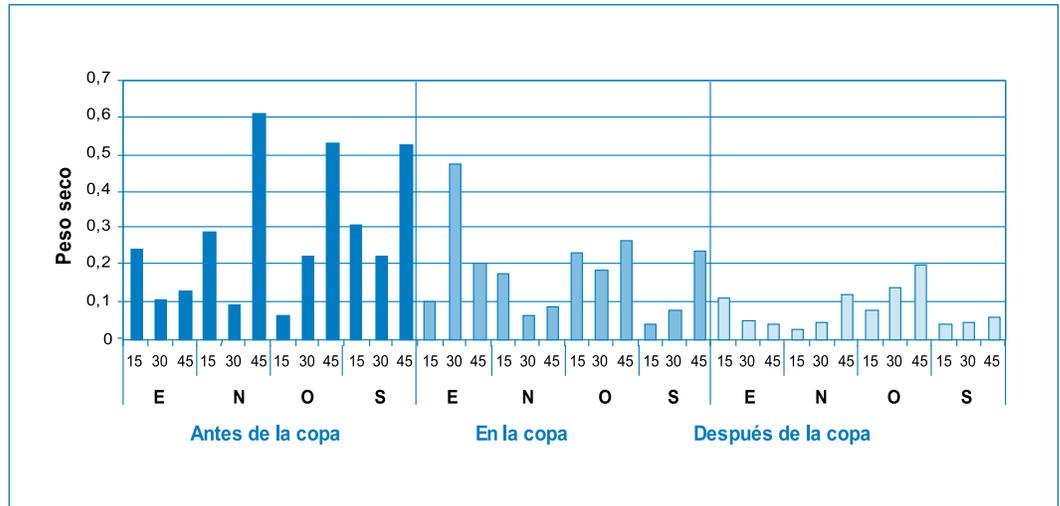


Figura 6. Peso seco por sitio en el *Vochysia guatemalensis* (cebo) en La Guaria, Sarapiquí. Heredia.

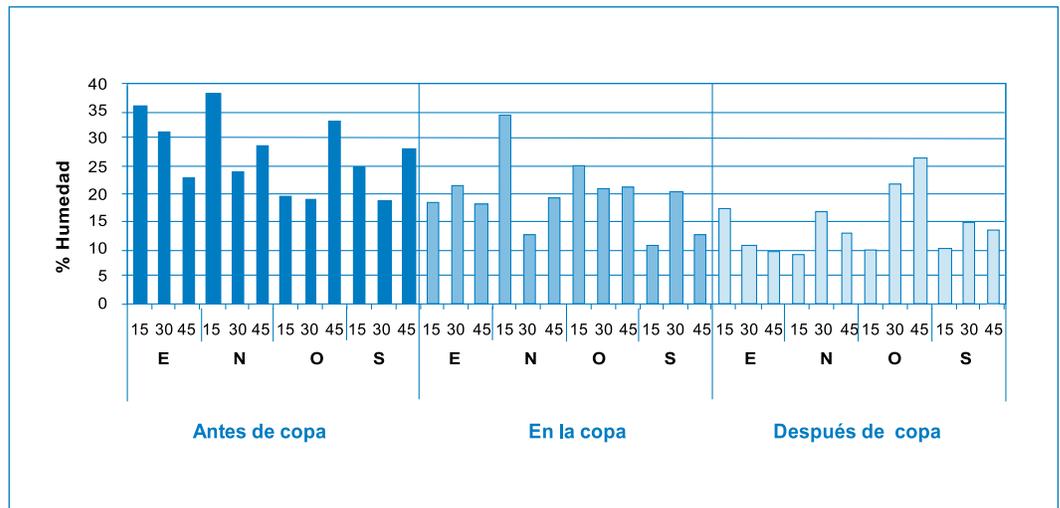


Figura 7. Porcentaje de humedad de raíz en los diferentes sitios en el *Vochysia guatemalensis* (cebo) en La Guaria, Sarapiquí. Heredia.

0.0001), orientación (puntos cardinales) ( $F=10,139$ ;  $P_{\text{valor}}=0.0001$ ), punto de muestreo (antes de la copa, debajo de la copa y después de la copa) ( $F=17,757$ ;  $P_{\text{valor}}=0.0001$ ) y lugar y especie con la orientación ( $F=3,330$ ;  $P_{\text{valor}}=0.0001$ ). Esto era de esperar pues se trata de especies forestales con un gran distanciamiento filogenético, aunque bajo condiciones similares. Ello implica que no son las

condiciones ambientales las que pesan más sobre su desarrollo radicular, sino más bien las condiciones genéticas; aunque Jiménez & Arias (2004) mencionan que las fluctuaciones en la densidad de biomasa de raíces en el suelo pueden explicarse por los cambios en las propiedades del suelo, contenido de humedad, la actividad microbiana y la acumulación de nutrientes, entre otros.

Los resultados muestran que hay una alta correlación entre precipitación, el peso húmedo del suelo y el año, la luz y temperatura, la precipitación y humedad del suelo.

La distribución vertical de las raíces finas es una de las características más importantes que se muestran entre el pie del árbol y el suelo; con el ambiente y se ha determinado que el mayor crecimiento de raíces finas se da en los primeros 20 cm del suelo (Lomus, Lash & Oja, 1991), lo cual es contrario a lo obtenido en algunos trabajos donde se reporta que la mayor producción de raíces se puede dar hasta los 30 cm (Glinski & Lipic, 1990; Mc Cully, 1999).

En el sistema radicular del *Dipteryx panamensis* en Costa Rica muestreado en diferentes parcelas y en cuatro líneas horizontales, orientadas según los 4 puntos cardinales, a partir de la base de un árbol seleccionado, se encontró una mayor densidad radicular a los 30 cm de profundidad (Moreira, 2001) y Gómez (1984) obtuvo resultados similares en el *Tabebuia rosea*.

En *Quercus leucotrichophora* y *Pinus roxburghii* la mayor cantidad de biomasa de raíces finas se observó de 0-20 cm; parece que este factor está muy relacionado con la mayor actividad microbiana a este nivel del suelo. La producción de raíces finas varió en la diferentes estaciones del año y la distribución vertical de las raíces finas estaba correlacionada con la distribución de nitrógeno en el suelo (Usman, *et al.*, 1999). Harper *et al.*(s.f.) mencionan que se ha observado una variación estacional en el crecimiento radicular.

A pesar de observarse altas correlaciones, no se presentaron diferencias significativas; lo mismo encontró Moreira (2001) en sus estudios sobre distribución radicular del almendro (*Dipteryx panamensis*).

## Conclusiones y recomendaciones

1. Para esta especie se obtuvo el mayor peso seco de raíces en enero del año 2003.
2. En el *Vochysia guatemalensis* (cebo) en zona boscosa se obtuvo la mayor

densidad de raíces antes de la copa, a los 15 cm al este y norte y a los 30 cm al sur.

3. Los mayores porcentajes de humedad en raíces del cebo (*Vochysia guatemalensis*) en el bosque se obtuvieron a los 45 cm de profundidad en media copa, copa y después de copa; el mayor porcentaje se registra a los 15 cm.
4. En cebo ubicado en finca La Guaría, la mayor densidad radicular varía en las diferentes profundidades, mientras que el mayor porcentaje de humedad fue para los puntos de antes de copa y copa, a las mismas profundidades en el sector oeste; después de la copa este se da, pero en el sector sur.
5. Se encontraron diferencias significativas entre lugar (bosque-plantación) y especie, orientación (puntos cardinales), punto de muestreo (antes de la copa, debajo de la copa y después de la copa) y lugar y especie con la orientación, con el resto de la variables ambientales no se encontró diferencias significativas.
6. Los resultados muestran que hay una alta correlación entre precipitación, el peso húmedo del suelo y el año, la luz y temperatura, la precipitación y humedad del suelo. Por otro lado, se encontraron correlaciones negativas entre peso húmedo del suelo y % humedad del suelo, precipitación, temperatura y raíz húmeda y % de humedad de raíz con luz. En la zona del bosque se encontraron las correlaciones más altas tanto positivas como negativas.
7. Los resultados demuestran la necesidad de profundizar en este tipo de estudios para tomar decisiones de sitios de siembra, distanciamientos etc., cuando se trata del empleo de especies nativas para producción de madera
8. Se sugiere continuar con este tipo de estudios en todas las especies nativas de interés comercial.

## Bibliografía

- Alvarado, A. & Sterling, F. 1993. Evaluación del patrón de distribución del sistema radical de la palma aceitera (*Elais guineensis*). Revista Agronomía Costarricense 17(1): 41-48
- Black, K; Harbron, C; Franklin, M; Atkinson, D; Hooker, J. 1998. Differences in root longevity of some tree species. Tree Physiology 18:259-264.
- Covarrubias, R. & Mata, I. 1979. Estudio de la distribución de raíces en árboles de mango. Fruticultura mexicana (9). Año1. 6 p.
- Fitter, A. The ecological significance of root system architecture: an economic approach pp. 229-243.
- García, J.; E. Guier; I. Chacón. 2000. Ambiente. Problemática y opciones de solución. Editorial UNED. San José, Costa Rica. 508 p.
- Gliniski, D. & J. Lipic. 1990. Soil physical conditions and plant roots CRC. Press, Inc. Florida USA. 250 p.
- Gómez, P. 1984. Fenología y Ecofisiología de dos poblaciones de *Tabebuia rosea* (Bertol) D.C. Roble de Sabana en el Valle Central de Costa Rica. Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae. Programa de Estudios de Postgrado en Biología. Universidad de Costa Rica. 55 p.
- Jiménez, C. & D. Arias. 2004. Distribución de biomasa y densidad de raíces finas en una gradiente sucesional de bosques en la zona norte de Costa Rica. Revista Kurú 1(2): sp.
- Kavanagh, T. & M. Kellman. 1992. Seasonal pattern of fine root proliferation in a tropical dry forest. Biotropica. 24(2ª): 157-165.
- Lomus, K.; R. Lasn & T. Oja. 1991. The influence of climatic and soil physical conditions on growth and morphology of norway spruce roots. M.Michael & H. Persons (Eds.). Plant roots and their environment. Elsevier Science Publishers, USA. Pp. 233-239.
- Moreira, I. 2001. Fenología y algunos aspectos de la biología reproductiva del almendro en la zona norte de Costa Rica. Tesis para optar al grado de *Magister Scientiae*, Universidad de Costa Rica. 116 p.
- Moreira, I y Fournier, L. 2004. Comportamiento fenológico del almendro en la zona norte de Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha 16(3): 52-60.
- Müller, E. 1997. Investigaciones en frutos y semillas de árboles individuales de 5 especies forestales de la Región Huetar Norte de Costa Rica, con especial consideración en el almacenamiento. Documento 51. COSEFORMA, Costa Rica. 237 p.
- Rojas, K. 2000. Fenología de la copa y del sistema de raíces finas y relaciones hídricas de *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) en le bosque tropical seco. Tesis sometida para optar al grado de *Magister Scientiae*. Escuela de Biología. Sistema de Estudios de Posgrado Universidad de Costa Rica Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. Costa Rica. 62 p.
- Usman, S.; S. Singh & Y. Rawat. 1999. Fine root productivity and turnover in two evergreen central Himalayan. Annals of Botany. 84: 87-94.
- Van Noordwijk, M. J. Flores & A. De Jager. 1985. Sampling schemes for estimating root density in cropped fields. Netherlands Journal of Agricultural Sciences 33: 241- 262.