

**ARTÍCULO CIENTÍFICO**

**Estudio de raíces en *Hieronyma alchorneoides* Allemao (pilón) en Sarapiquí, Heredia, Costa Rica**

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

**Resumen**

Para estudios sobre autoecología y procesos de domesticación, recuperación de zonas y reforestación, deben incluirse trabajos del desarrollo radicular de las especies, para considerar aspectos como distancia de siembra, comportamiento en plantaciones, etc. El objetivo del estudio fue estimar la biomasa radicular de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) en condiciones naturales y en 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 pilón se evaluó en condiciones de plantación y en crecimiento natural (en zonas de protección a orillas de bosque ó en áreas de cultivo). En cada árbol se marcaron 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, 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. Además, se realizó una descripción de la morfología radicular. Se obtuvo el mayor peso seco de pilón en enero del año 2003. En bosque, el pilón presenta una mayor densidad radicular en puntos variables; con respecto a la humedad, el mayor porcentaje se obtiene en el punto antes de la copa. 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 las variables ambientales no se encontró diferencias significativas.

**Palabras clave:** Especies forestales nativas, Pilón, *Hieronyma alchorneoides*, Raíces, Costa Rica.

**Abstract**

**A study of tree root of *Hieronyma alchorneoides* Allemao (pilón) en Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.** For studies of auto-ecology, tree domestication, restoration and reforestation, information about root distribution and dynamic, of the used tree species, is required in order to define plantation design and understand tree growth and adaptation behavior. The main objective of this study was to evaluate root biomass of *Hieronyma alchorneoides* in natural forest and forest plantation conditions. The study was conducted in the Region Huetar Norte of Costa Rica and Atlantic Sector, from August 2002 to December 2004. The study was conducted in forest plantation as well as in natural forest of protected areas or in forest fragments found along the agricultural landscape. Around each selected tree we established four transects (north, south, east and west), along each transect we sampled root biomass in three position from the stem of the tree, using the tree crown as a

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Costa Rica. [earnaez@itcr.ac.cr](mailto:earnaez@itcr.ac.cr); [imoreira@itcr.ac.cr](mailto:imoreira@itcr.ac.cr)

length reference (half crown, full crown and crown and half). In each sampling position soil cores were taken at 10, 30 and 50 cm of depth for a total of 9 soil samples per transect and 36 soil samples per tree. For each soil core we separated the fine roots and then estimated root biomass by measuring the fresh and dry weights. We also did a morphological root description for each soil core. For each sampling site we characterized the climatic conditions. In general we measured the highest root biomass in January 2003 in the natural forest; the species showed a greater root density under the tree crown and showed some variation with soil moisture. We found statistical significant differences between natural forests vrs. forest plantations, among sampling points positions and among sampling transects. Site climate conditions did not resulted in a useful variable to explain root biomass variability.

**Key Words:** Native tree species, *Hieronyma alchorneoides*, Pilon, Root biomass, Costa Rica.

## INTRODUCCIÓN

El establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales en Costa Rica, que garanticen una variedad de productos forestales, así como una mejor selección de las especies de acuerdo al sitio de plantación, requiere que se disponga de una amplia gama de especies forestales nativas que permitan una pronta recuperación de la cobertura boscosa del país (Müller, 1997).

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, especialmente de aquellas que se encuentran en peligro de extinción y que se desean utilizar en planes de reforestación. El crecimiento y la arquitectura de las raíces tienen mucha relación con el comportamiento de la especie, principalmente en aspectos relacionados con competencia por espacio y nutrientes, así como en su expresión fenotípica.

El crecimiento radicular en especies de importancia comercial, ha sido relacionado con la temperatura y la textura del suelo (Conlin y Lieffers, 1992). Las raíces finas permiten absorber la mayor cantidad de nutrientes, los cuales pasan a través de tejidos de poco grosor y se extienden en las zonas donde hay mayor cantidad de agua disponible.

El buen crecimiento de la parte aérea de los árboles depende a su vez del buen desarrollo radicular, el cual está codificado genéticamente. El tipo de suelo en el que se desarrolla la planta es el primer factor limitante, hay raíces que no tienen flexibilidad para superar los obstáculos de suelos con mucha piedra y pocos nutrientes. Los requerimientos nutricionales de la planta limitan su buen desarrollo y si el suelo no lo brinda, ella morirá o tendrá un débil crecimiento (Morales, 1997).

El desarrollo de la raíz pivotante está orientado con geotropismo positivo y a partir de ésta, se desarrollan las raíces laterales encargadas de la mayor absorción de agua. Cuando una planta debe competir con otras de su misma especie por espacio en crecimiento en plantación, el sistema radicular juega un papel muy importante (Fitter, 1991).

La medición del sistema radicular es de suma importancia para conocer el desplazamiento de las raíces finas en el suelo, como características propias de una especie. El objetivo del trabajo fue estimar la biomasa radicular de pilón en condiciones naturales y en plantación.

## METODOLOGÍA

### Sitios de estudio

El estudio de biomasa radicular en árboles de pilón (*Hieronyma alchorneoides* Allemao), se llevó a cabo en la Región Huetar Norte de Costa Rica, Sector Atlántico, de agosto del 2002 a diciembre del 2003. Específicamente 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 patrón de biomasa radicular se evaluó en condiciones de plantación y en zonas de protección (orillas de bosque ó ríos). Ambas zonas tienen un clima muy húmedo (Müller, 1997) y los suelos en su mayoría están clasificados como Ultisoles (Bertsch, 1995).

### Ubicación de las parcelas

El comportamiento en plantación fue evaluado en la Estación Biológica La Selva, Finca La Guaria (en las parcelas del Proyecto Especies Nativas), ubicada en Puerto Viejo de Sarapiquí (Heredia), situada de 35 a 140 m de altitud, con un promedio de precipitación anual de 3930 mm. La otra parcela utilizada se ubica en el Roble de Chilamate (zona boscosa), también en Puerto Viejo de Sarapiquí (Figura1).

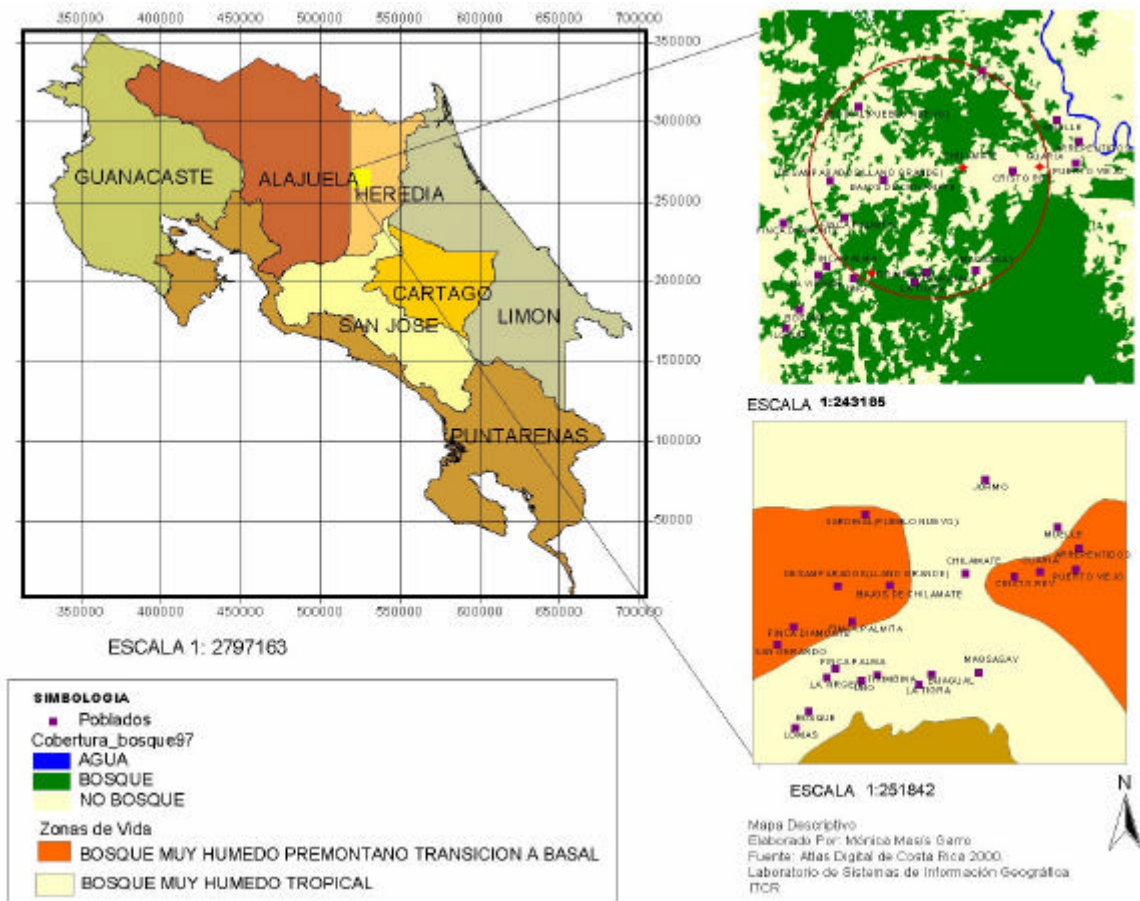
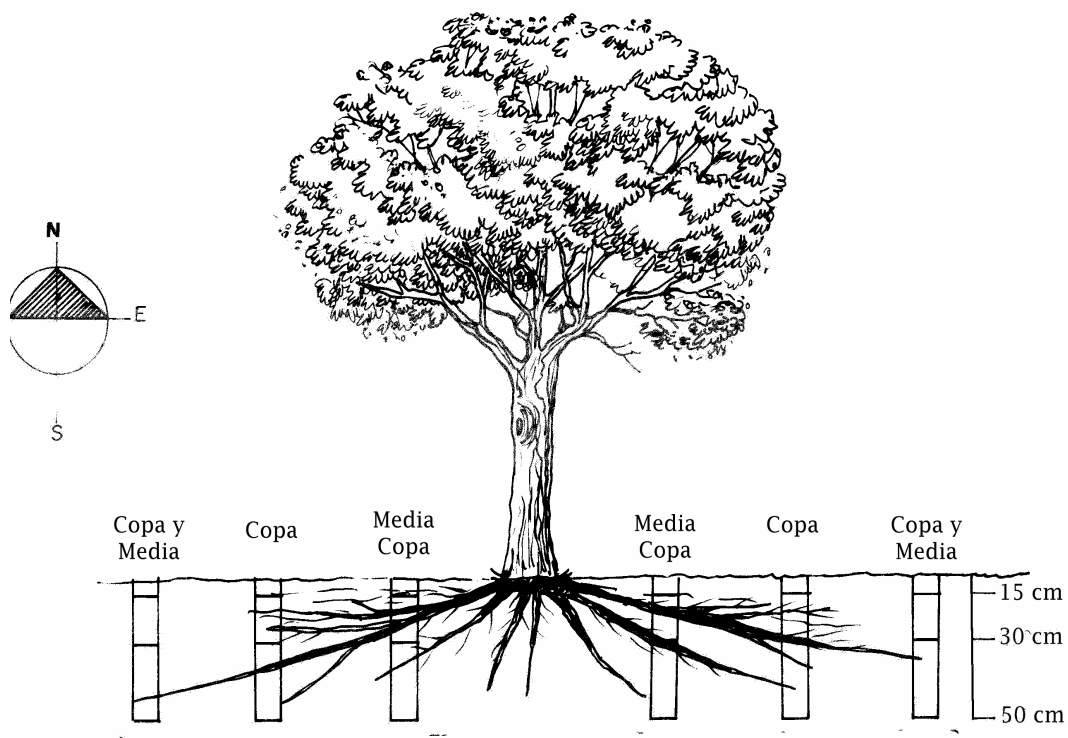


Figura 1. Localización de los sitios de la zona de estudio. Sarapiquí, Heredia. Costa Rica.

Las parcelas de la Finca La Guaria no tienen tratamientos de fertilidad del suelo, fueron sembradas en 1989, con un distanciamiento de 2m x 2m, cada una de ellas con 100 árboles. Dentro de estas parcelas se seleccionaron 10 individuos de *H. alchorneoides*, cada mes se trazaron dos líneas diagonales en sentido este-oeste; norte-sur desde una distancia que abarca la copa y media 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 45 cm) para un total de 9 muestras por transepto y 36 por árbol (Figura 2). En cada punto, se extrajo suelo con un barreno (AMS 77454 Slice Hammer), que obtiene un cilindro de suelo de aproximadamente 295 cm<sup>3</sup>. Este suelo se puso en una superficie plana y se revisó para sacar de ahí las raíces finas del árbol, las cuales fueron caracterizadas desde un inicio por morfología y color. Las raíces separadas del suelo fueron llevadas al laboratorio químico de la Estación Biológica La Selva (Puerto Viejo, Sarapiquí, Heredia), donde se estimó la biomasa radicular en cada uno de los puntos y profundidad muestreados por la diferencia entre peso fresco y seco (llevando el material radicular a peso constante en una estufa).



**Figura 2.** Distribución de los puntos de muestreo radicular.

### Porcentaje de humedad del suelo

En cada parcela se hizo un muestreo mensual de suelo con extracción del material con barreno y posteriormente el cuarteo de la muestra. La estimación del porcentaje de humedad se realizó en el laboratorio químico de la Estación Biológica La Selva (Puerto Viejo, Sarapiquí, Heredia).

### Datos meteorológicos

Se recopiló información sobre precipitación y temperatura de la estación meteorológica ubicada en la Estación Biológica La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí (Heredia).

## Análisis estadístico

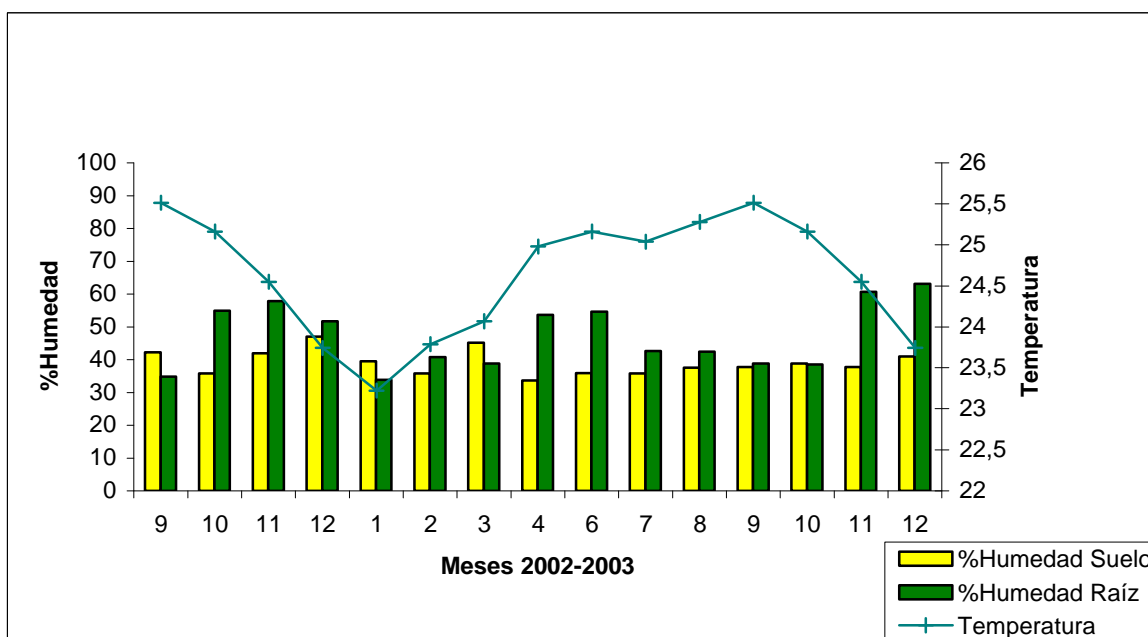
Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA, para estadística no paramétrica), utilizando el programa estadístico SAS-Release 6-10 (1994), para establecer las diferencias en peso seco y fresco de las raíces entre sitios, individuos, fechas, lugar de colecta (antes de la copa, en la copa y después de la copa), orientación (este, oeste, norte y sur) y profundidades (15, 30 y 45 cm). Además se establecieron correlaciones (Coeficiente de correlación de Pearson) con las variables meteorológicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Porcentaje de humedad en raíces según condiciones edáficas y climáticas

Los mayores porcentajes de humedad en raíces de pílón se presentaron en los meses de agosto, noviembre y diciembre. En los meses de setiembre a octubre fue cuando se registró la mayor temperatura. El porcentaje de humedad del suelo se mantuvo muy estable durante el tiempo que duró el estudio, pero se registra un aumento en los meses de diciembre del 2002 y marzo del 2003 (Figura 3), esto deja claro que el contenido de humedad no presenta un patrón definido y que puede variar año con año.

En noviembre es cuando se registra en el suelo y raíces el mayor porcentaje de humedad, coincidiendo con la mayor precipitación (Figura 4).

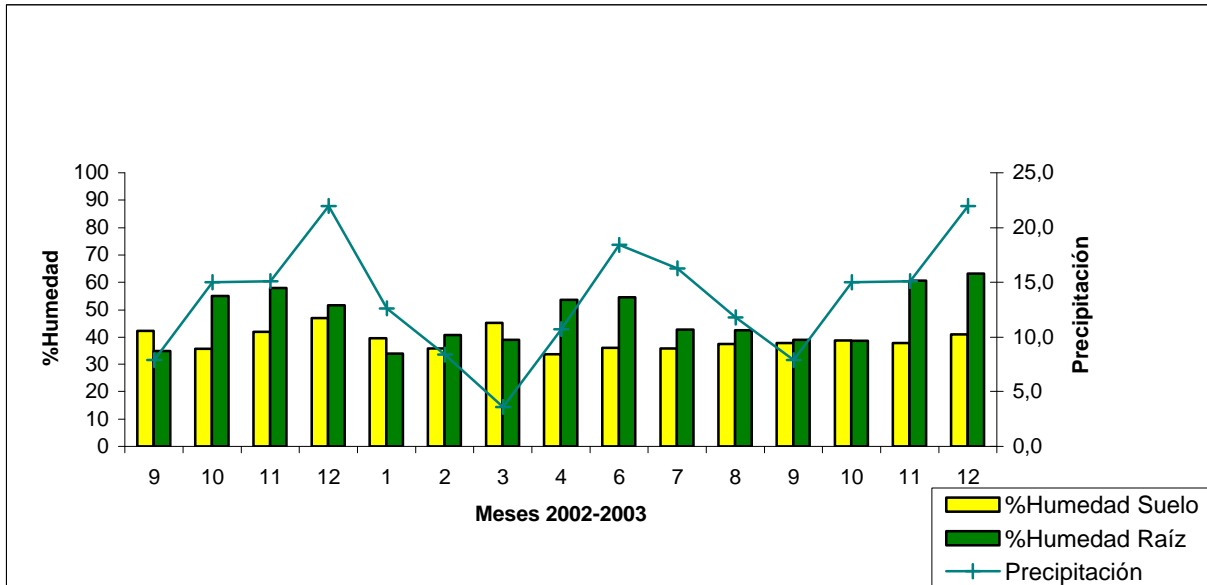


**Figura 3.** Porcentajes de humedad de suelo y raíz según temperatura en muestras de pílón (*Hieronyma alchorhoides*) en plantación, La Guaria, Sarapiquí. Heredia, 2002-2003.

La precipitación presenta el mismo comportamiento de humedad de raíces, éste coincide con la mayor cantidad de precipitación registrada durante el estudio (Figura 4). Aparentemente el principal factor que estimula la producción de raíces finas es el aumento en el contenido de humedad del suelo (Kavanagh y Kellman, 1992; Black *et al*, 1998; Rojas, 2000), lo cual puede indicar que sería



en los meses de diciembre (2002) y marzo (2003), cuando es factible encontrar una proliferación de raíces finas en esta especie; según Covarrubias y Mata (1979), bajo 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.

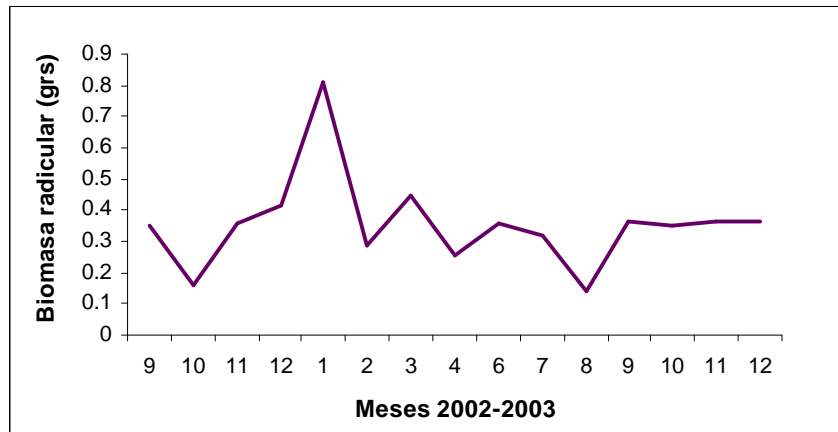


**Figura 4.** Porcentaje de humedad de raíces y suelo vrs. precipitación de pilón (*Hieronyma alchorroides*) en plantación, La Guaria, Sarapiquí, Heredia.

En un estudio realizado por Rojas (2000), no se encontraron diferencias significativas entre las distancias muestreadas, pero si hubo diferencias significativas entre fechas en cuanto al contenido de humedad en el suelo. La distribución de raíces finas varió significativamente entre las diferentes profundidades.

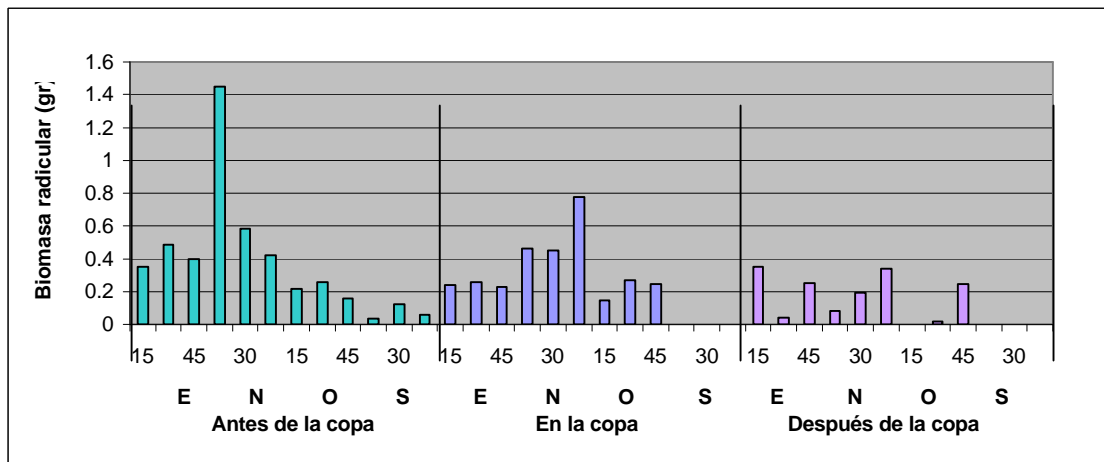
### Biomasa radicular

Para el pilón en plantación, se obtuvo la mayor biomasa de raíces en el mes de enero del 2003, precisamente después de la mayor precipitación (Figura 5), lo cual coincide con lo propuesto por Rojas (2000), quien encontró en las especies que él estudió, que la mayor producción de raíces se dio posterior a la caída de las primeras lluvias.



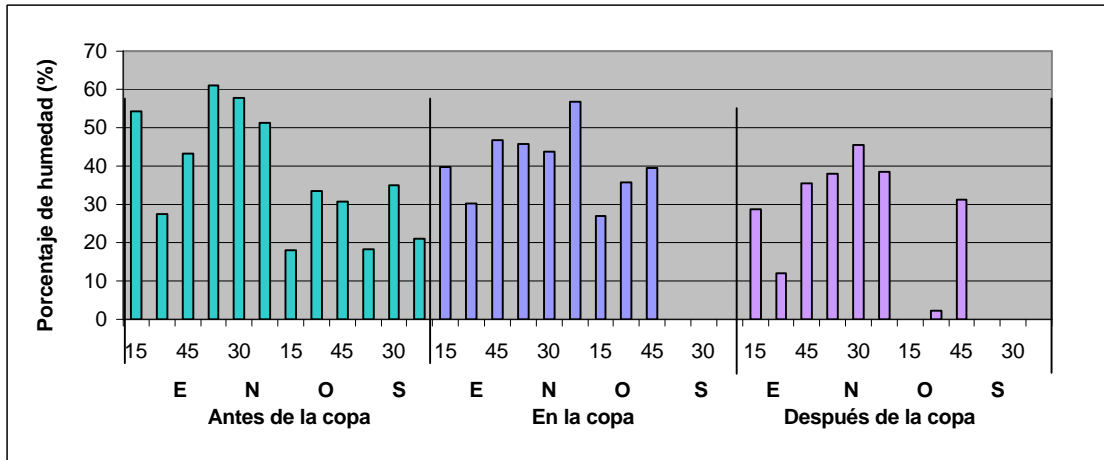
**Figura 5.** Biomasa en raíces de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) en plantación, Finca La Guaria, Sarapiquí, Heredia.

La plantación ubicada en el Finca La Guaria (Sarapiquí, Heredia) no presenta un patrón definido de densidad radicular, que nos permita establecer a cuál profundidad ó en cuál punto cardinal es mayor (Figura 6). La mayor densidad radicular se reportó en el sitio antes de copa, punto norte a 15 cm de profundidad. Las variaciones de la biomasa radicular en el suelo se deben principalmente a las características topográficas, aumento de arena y disminución de la densidad real de algunos horizontes del suelo (Jiménez y Arias, 2004). Moreira (2001), encontró para *Dipteryx panamensis* (almendro) una mayor densidad radicular a una profundidad de 30 cm y en el punto “después de la copa”, pero no hubo ninguna diferencia significativa en lo que se refiere a la diferencia entre puntos cardinales.



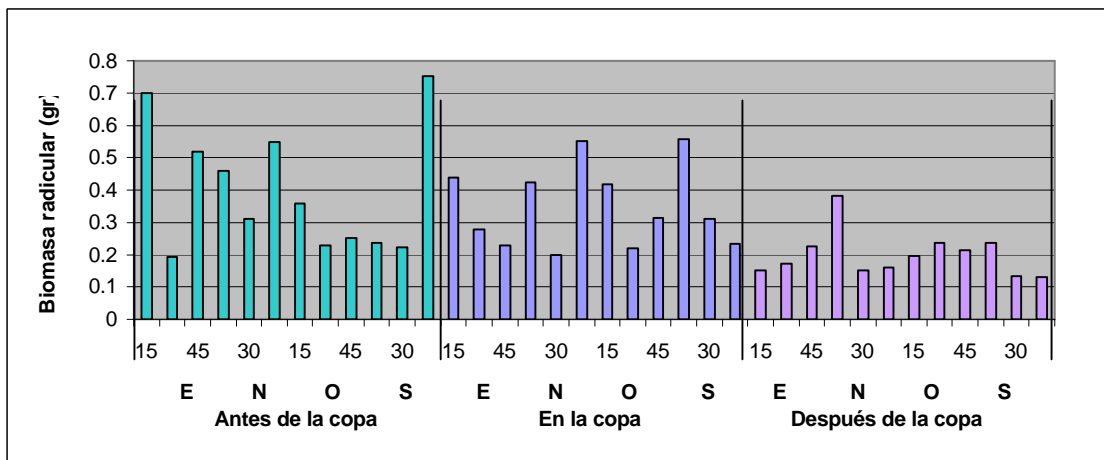
**Figura 6.** Biomasa radicular en los diferentes puntos muestreados para *Hieronyma alchorneoides* (pilón) en bosque. Heredia, Costa Rica.

El mayor porcentaje de humedad se obtiene en el punto antes de la copa (Figura 7), al parecer en la base del árbol se presenta una mayor concentración de agua retenida.



**Figura 7.** Porcentaje de humedad de raíz por punto de muestreo en *Hieronyma alchorneoides* (pilón) en bosque. Heredia, Costa Rica.

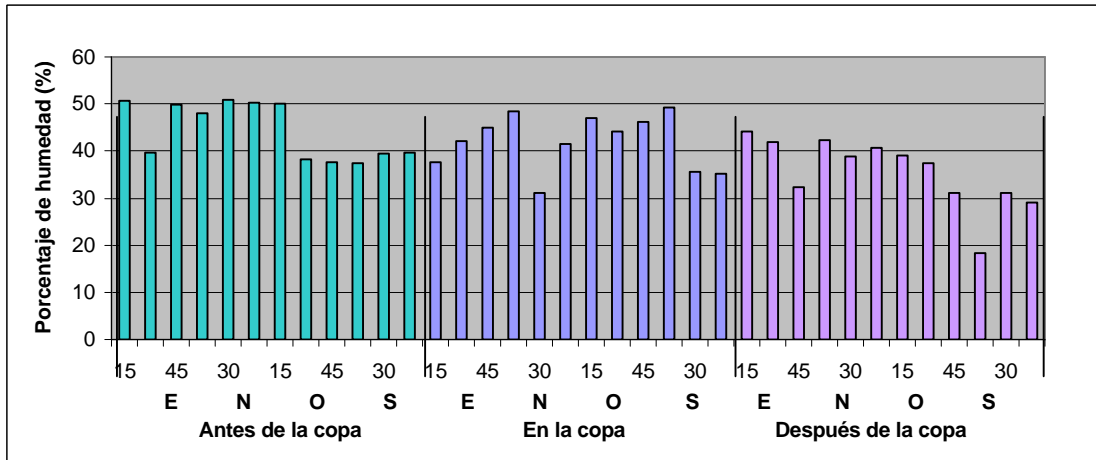
El mayor peso seco radicular se da en los puntos antes de la copa y copa, y a una profundidad de 15 y 30 cm (Figura 8). En un estudio realizado en *Quercus serrata*, *Q. glauca* y *Styrax japonica* por Fujita y Yanagisawa (1999), se encontró que la reducción de la biomasa radicular, en relación con la profundidad, era atribuida a la baja capacidad de obtención de agua en profundidades mayores a los 40 cm por parte de las raíces de los árboles y, en este caso, puede que esto suceda pues se trata de árboles de alturas mayores a 15 m y con un sistema radicular de anclaje muy fuerte, de tal manera que es solo en el punto sur de antes de la copa, que se registra mayor densidad radicular a profundidades de 45 cm.



**Figura 8.** Biomasa radicular en *Hieronyma alchorneoides* (pilón) en plantación, La Guaria, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.

El mayor porcentaje de humedad también se registra en el punto antes de la copa para el pilón, situado en plantación (Finca La Guaria) (Figura 9); sin embargo, estas diferencias son muy leves; lo que no sucede en los árboles situados en el bosque donde se percibieron más fluctuaciones.





**Figura 9.** Porcentaje de humedad de raíz por orientación en *Hieronyma alchorroides* (pilón) en plantación, La Guaria, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.

### Análisis estadísticos

Con la aplicación de la prueba no paramétrica de Pearson, se encontraron diferencias significativas entre lugar (bosque-plantación) y especie ( $F=66.098$ ;  $P_{valor}=0.0001$ ), orientación (puntos cardinales) ( $F=10.139$ ;  $P_{valor}=0.0001$ ), punto de muestreo (antes de la copa, debajo de la copa y después de la copa) ( $F=17.757$ ;  $P_{valor}=0.0001$ ) y lugar y especie con la orientación ( $F=3.330$ ;  $P_{valor}=0.0001$ ), lo cual era de esperar, pues se trata de especies forestales con un gran distanciamiento filogenético, aunque bajo condiciones similares. Esto implica que las condiciones genéticas no son las que pesan más sobre su desarrollo radicular. Sin embargo, Jiménez y 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.

El porcentaje de humedad de raíz en los árboles de pilón situados en la Finca la Selva, presentó una correlación significativa con la luz y la precipitación. En los que se ubican en el bosque no se presentaron correlaciones significativas con dichos factores. Lo mismo encontró Moreira (2001) en sus estudios sobre fenología del almendro (*Dipteryx panamensis*) y Gómez (1984) en *Tabebuia rosea*.

Para *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 las 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* (1991) menciona que se ha observado una variación estacional en el crecimiento radicular, lo cual coincide con los resultados de este estudio.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se obtuvo el mayor peso seco de pilón en enero del año 2003.
2. En bosque, el pilón (*Hieronyma alchorneoides*) presenta una mayor densidad radicular en puntos variables, con respecto a la humedad el mayor porcentaje se obtiene en el punto antes de la copa.
3. En la Finca La Guaria (plantación), la densidad radicular mostró el mayor peso en el punto de antes de la copa y en la copa, así como a una profundidad de 15 y 30 cm, el porcentaje de humedad más alto también se registra en el punto antes de la copa.
4. 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 las variables ambientales no se encontró diferencias significativas.
5. 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 encontró 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
6. 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.
7. Se sugiere continuar con este tipo de estudios en todas las especies nativas de interés comercial.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, CR, Asociación Costarricense de la Ciencia de los Suelos. 157 p.
- Black, KE; Harbron, CG; Franklin, M; Atkinson, D; Hooker, JE. 1998. Differences in root longevity of some tree species. *Tree Physiology* 18:259-264.
- Conlin, TSS; Lieffers, VJ. 1992. Seasonal growth of black spruce and tamarack roots in Alberta peatland. *Canadian Journal Botany* 71:359-360
- Covarrubias, R; Mata, I. 1979. Estudio de la distribución de raíces en árboles de mango. *Fruticultura mexicana*. (9):1. 6 p.
- Fitter, A. 1991. The ecological significance of root system architecture: an economic approach. *In* Plant root growth, an ecological perspective. Ed. D. Atkinson. Oxford, UK, Blackwell Scientific Publications. p. 229-243.
- Fujita, N; Yanagisawa, N. 1999. Different distribution patterns of woody species on a slope in relation to vertical root distribution and dynamics of soil moisture profiles. *Ecological Research* 14:165-177.
- Gómez, P. 1984. Fenología y ecofisiología de dos poblaciones de roble de sabana. Tesis para optar al grado de Magíster Scientiae, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 60 p.

- Harper, J; Jones, M; Sackville Hamilton, NR. 1991. The evolution of roots and the problems of analyzing their behavior. *In* Plant root growth, an ecological perspective. Ed. D. Atkinson. Oxford, UK, Blackwell Scientific Publications. p. 3-22.
- Jiménez, C; Arias, D. 2004. Distribución de biomasa y densidad de raíces finas en una gradiente sucesional de bosques en la Zona Norte de Costa Rica. (en línea). Kurú: Revista Forestal. (Costa Rica): 1(2):1-20. Consultado 28 ago. 2006. Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/publicaciones/revistakuru>.
- Kavanagh, T; Kellman, M. 1992. Seasonal pattern of fine root proliferation in a tropical dry forest. *Biotropica* 24(2):157-165.
- Morales, E. 1997. Arquitectura y distribución espacial de raíces de *Eucalyptus deglupta* de un sistema agroforestal simultáneo en *Coffea arabica*. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 123 p.
- Moreira, I. 2001. Fenología y algunos aspectos de la biología reproductiva del almendro en la zona norte de Costa Rica. Tesis M.Sc. San José, CR, Universidad de Costa Rica. 116 p.
- Müller, E. 1997. Investigaciones en frutos y semillas de árboles individuales de cinco especies forestales de la Región Huetar Norte de Costa Rica, con especial consideración en el almacenamiento. Documento 51. Alajuela, CR, COSEFORMA. 237 p.
- Rojas, K. 2000. Fenología de la copa y del sistema de raíces finas y relaciones hídricas de *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) en el bosque tropical seco. Tesis M.Sc. San José, CR, Universidad de Costa Rica. 62 p.
- Usman, S; Singh, S; Rawat, Y. 1999. Fine root productivity and turnover in two evergreen central Himalayan. *Annals of Botany*. 84(1):87-94.