

Análisis del sistema radicular del almendro (*Dipteryx panamensis* –Pitt.– Record & Mell) en la zona norte de Costa Rica

Ileana Moreira González ¹
Luis A. Fournier Origgí [†]

Palabras clave

Raíces, árboles tropicales, almendro, *Dipteryx panamensis*, muestreo radicular.

Resumen

Se estudiaron árboles de *Dipteryx panamensis* (almendro) en cuatro parcelas ubicadas en el cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica. Las parcelas que se identificaron con los nombres de Canadá, raleadas y no raleadas se encuentran en finca La Selva. La parcela Chilamate está conformada por árboles ubicados en zonas de protección en la región de Pueblo Nuevo de Chilamate.

El estudio se realizó de mayo a octubre de 1997. En un árbol de cada parcela se trazó una línea entre los puntos cardinales este y oeste, y se ubicaron los puntos de muestreo en el suelo a partir del fuste del individuo: a media copa, copa, copa y media. En cada uno de esos puntos se extrajeron tres muestras de

suelo con un barreno de diseño especial, a 10, 20 y 50 cm de profundidad. La muestra extraída se zarandó y se obtuvieron las raíces finas, las cuales se identificaron y se colocaron en bolsas plásticas. En el laboratorio se les determinó el peso seco, para estimar la densidad por punto de muestreo. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante la comparación entre los valores (GLM, options lsmeans), entre puntos cardinales por parcela, por puntos de muestreo y por profundidad. No se encontraron diferencias significativas en la densidad radicular respecto de las parcelas, los puntos cardinales, ni la profundidad de muestreo.

Un aspecto que se debe contemplar en todo estudio sobre autoecología de una especie es el desarrollo del sistema radicular. Este debe ser del conocimiento del investigador en todo proceso que involucre un uso adecuado de las especies forestales, pues las potencialidades hereditarias de las especies y el medio

1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Biología. (imoreira@itcr.ac.cr).

ambiente son factores que influyen en la adaptación de los individuos a las condiciones donde crecen.

La competencia por agua y nutrientes minerales depende de la distribución relativa de las raíces finas de los árboles en el suelo. Estas permiten absorber la mayor cantidad de nutrientes pues en ellas estos pasan a través de tejidos de poco grosor y se extienden en las zonas donde hay la mayor cantidad de agua disponible. (Spek y Purnomosidhi, 1995).

El crecimiento de las raíces y el del del vástago dependen, en varios aspectos, uno del otro y si el crecimiento de uno de ellos se ve muy alterado, lo probable es que al otro le suceda lo mismo. El desarrollo radicular de cada especie está codificado genéticamente y de este depende el buen desenvolvimiento de la parte aérea. 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 en suelos con mucha piedra y pocos nutrientes. Los requerimientos nutricionales de la planta limitan el buen desarrollo de esta y si el suelo no los brinda, esta morirá o tendrá un crecimiento raquíutico (Waisel y Amran, 1991).

Estudios realizados por Morales (1997) para *Eucalyptus* sp y *Coffea* sp mostraron que el crecimiento radicular está más concentrado en la parte superficial del suelo y solo la raíz pivotante puede llegar a profundizar en este si las condiciones lo permiten. En *Eucalyptus* sp las raíces laterales pueden crecer cerca de la superficie hasta un radio de 12 m, pero estas varían según las condiciones del suelo, acceso a nutrientes y humedad. En café, las raíces superficiales crecen entre 1,35 y 1,65 m de radio. Las raíces finas decrecen con la profundidad. A 10 cm hubo mayor número de raíces que a 30 cm, donde se acumuló el 73% de las raíces finas.

El crecimiento radicular en especies de importancia comercial ha sido relacionado con la temperatura del suelo y la textura de este (Conlin y Lieffers, 1992). En *Dipteryx panamensis* (almendro), se produce follaje durante la estación húmeda acompañado de un crecimiento radicular muy notorio.

Esta investigación tiene como objetivo determinar la densidad radicular de los árboles de *Dipteryx panamensis* (almendro) en cuatro condiciones de crecimiento.

Materiales y métodos

Este estudio se llevó a cabo de mayo a octubre de 1997, en la zona norte de Costa Rica, Región Atlántica, cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia. Se trabajó en tres parcelas ubicadas en finca La Selva, sector de La Guaria, Puerto Viejo de Sarapiquí, identificadas como parcela raleada, no raleada y parcela Canadá (árboles de plantación). También se incluyó una parcela de árboles adultos ubicados en una zona de protección identificada como parcela Chilamate.

En cada una de las parcelas se escogió un individuo lo más aislado posible y se muestreó, tomando unas líneas entre los puntos cardinales este-oeste, a partir de la base del árbol seleccionado. Las muestras de suelo se tomaron con un barreno de 10 cm de diámetro, en tres puntos sobre cada línea (media copa, copa y copa y media) (Fig 1). En cada punto se extrajeron muestras a una profundidad de 10, 20 y 50 cm y se colocaron en una superficie plana para extraer las raíces finas del árbol, las cuales fueron llevadas a laboratorio para determinar el peso seco y el peso fresco.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante la comparación entre los valores promedio (GLM, option lsmeans) (SAS, 1999); entre puntos cardinales por parcelas, por puntos de muestreo, por profundidad, por densidad.

Esta investigación tiene como objetivo determinar la densidad radicular de los árboles de Dipteryx panamensis (almendro) en cuatro condiciones de crecimiento.

Resultados y discusión

La mayor densidad de raíces por peso seco, se presentó en la parcela Canadá (árboles de nueve años de edad), donde el árbol muestreado está a una distancia de cuatro metros del más próximo (Cuadro 1).

En la parcela donde no se raleó, se obtuvo el menor promedio de raíces, lo que sugiere que el sistema radicular no muestra un desarrollo adecuado en los árboles de almendro que crecen en parcelas con distanciamientos de 2x2 m y que no se ralean en un tiempo prudencial.

Por otro lado, la mayor densidad de raíces se obtuvo a una profundidad de 50 cm, para todos los puntos muestreados, excepto para el borde de copa del sector oeste. Esto podría estar condicionado por los movimientos de la capa freática ya que el muestreo fue realizado en época seca. En muestreos posteriores del suelo se observó un mayor crecimiento de raíces en el estrato más superficial, cuando la precipitación fue mayor, lo que se contrapone a lo expresado por Waissel y Amran (1991) quienes indican que los árboles producen menos raíces cuando hay más lluvia.

Hubo una mayor densidad de raíces al borde de copa y el crecimiento del

sistema radicular tiende a tener un mayor desarrollo hacia el lado oeste de las parcelas (Cuadro 1) lo que coincide con lo encontrado por Gómez (1984) en *Tabebuia rosea*. Esto puede estar relacionado con la zona de goteo del árbol, pues es en el borde de copa donde hay una mayor concentración de follaje, lo que pareciera permitir una mayor cantidad de agua que cae directamente al suelo, estimulando el desarrollo radicular en esa área. Esto puede presentarse aun en épocas de baja precipitación por la condensación nocturna en el follaje.

Con respecto a los puntos cardinales, en el oeste se encontró una mayor concentración radicular. Esto se puede deber a que este recibe menos luz que el lado este, lo cual permite la acumulación de una mayor humedad que puede favorecer el desarrollo radicular. Según Venendaal *et al.* (1995) un exceso de humedad afecta los procesos de absorción de agua y nutrimentos por la raíz, debido a la deficiencia de oxígeno y acumulación de bióxido de carbono, lo cual podría provocar un crecimiento mayor de raíces que permita a la planta resolver esa situación.

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la densidad de raíces entre

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la densidad de raíces entre puntos cardinales, parcelas y las diversas profundidades de muestreo.

Cuadro 1
Peso seco (g) de raíces de *Dipteryx panamensis* extraídas del suelo muestreado en parcelas ubicadas en finca La Selva y Chilamate, Puerto Viejo, Sarapiquí. Costa Rica

Parcela	Peso seco de raíces																		
	OESTE									ESTE									
	1/2 COPA			COPA			COPA y 1/2			1/2 COPA			COPA			COPA Y 1/2			
	10 cm	30 cm	50 cm	10 cm	30 cm	50 cm	10 cm	30 cm	50 cm	10 cm	30 cm	50 cm	10 cm	30 cm	50 cm	10 cm	30 cm	50 cm	10 cm
Canadá	1.04	1.52	7.53	6.17	11.33	4.76	0.95	0.6	0.93	0.31	0.41	0.77	0.25	0.64	0.61	0.75	0.69	3.02	2.349
N.Raleada	0.51	0.77	0.27	0.11	0.63	2.36	0.15	0.29	1.35	2.8	2.02	0.31	0.44	1.11	0.66	0.16	0.12	0.46	0.807
Raleada	0.4	0.52	1.68	0.12	0.39	0.88	0.03	0.82	1.51	0.4	1.14	1.05	1.11	1.56	0.52	2.41	3.66	2.88	1.171
Chilamate	0.74	1.94	1.59	0.15	1.33	2.79	0.16	1.85	6.33	0.66	0.4	3.56	0.2	1.09	6.09	0.14	0.28	1.19	1.694
	0.673	1.188	2.768	1.638	3.42	2.698	0.323	0.89	2.53	1.043	0.993	1.423	0.5	1.1	1.97	0.865	1.188	1.888	

puntos cardinales, parcelas y las diversas profundidades de muestreo.

Conclusiones

A pesar de que estadísticamente no se puede comprobar que hay diferencias significativas entre los puntos cardinales, profundidades y sitios, es importante aclarar que los resultados marcan una serie de tendencias dignas de tomarse en cuenta cuando se están estableciendo ensayos de distanciamientos en plantación para las diferentes especies nativas que se quieren introducir como opciones para reforestar y aprovechar. Actualmente, se utilizan distanciamientos

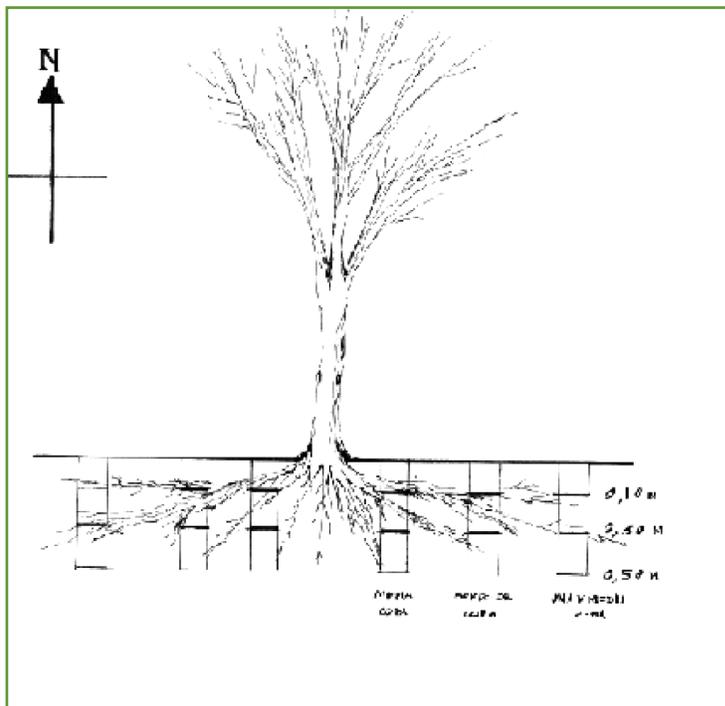


Figura 1
Diagrama demostrativo del muestreo radicular efectuado en
***Dipteryx panamensis* (almendro)**

que permiten aprovechar mejor el terreno en cuanto a número de árboles que se pueden plantar, pero es probable que para las especies heliófitas, que por sus características son las usadas para estos proyectos, se requieran mayores distanciamientos y otras condiciones que se deben comenzar a estimar antes de ofrecerlas como opciones valiosas en planes de reforestación de sitios alterados.

Literatura consultada

Conlin, T y L. Lieffers, 1992. *Seasonal growth of black spruce and tamarack roots in an Alberta peatland*. Canadian Journal Botany. 71: 359-360

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.

Morales, E. 1997. *Arquitectura y distribución espacial de raíces de eucaliptus deglupta dentro de un sistema agroforestal simultáneo con *Coffea arabica**. Tesis para optar por el grado de Magister Scientific. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 123 p.

SAS/STAT. 1999. *Institute Inc.*, IV Ed. Versión 6. Vol I yll. Cary, NC; USA. 1767 p.

Spek, M y P. Purnomosidhi. 1995. *Quantifying shallow root, tree geometry makes root research easy*. Agroforestry Today. Vol 7 (2):9-11.

Veenendaal, E.; M. Swaine; V. Agyeman; D. Blay; I. Abebrese; C. Mullins. 1995. *Differences in plant and Soil water relations in and around a forest gap in West Africa during the dry season may influence seedling establishment and survival*. Journal of Ecology. 83: 83-90.

Waisel, Y y E. Amran I. 1991. *Plant roots. The hidden half*. Uzi kafaaffi, Hebrew University of Jerusalem Rehovot, Israel. 948 p.

Apéndice 1

Posible mecanismo en que el ambiente físico estimula cambios al nivel celular, que se manifiestan en la fenología de la planta.

(Tomado de Salisbury y Ross, 1992)



Apéndice 2

Manifestaciones fenológicas por acción del ambiente al nivel celular de la planta.

(Tomado de Fournier, 1993)

Ambiente físico

Atmósfera
+
Suelo

Genotipo

Reacciones celulares

Procesos fisiológicos

Manifestaciones morfológicas y fenológicas

Vástago vegetativo

Caída de follaje
Origen y desarrollo de nuevas hojas
Alargamiento de tallos
Ramificación
Incremento diametral
Formación de corcho
Exfoliación de corteza
Apertura de estomas

Vástago reproductivo

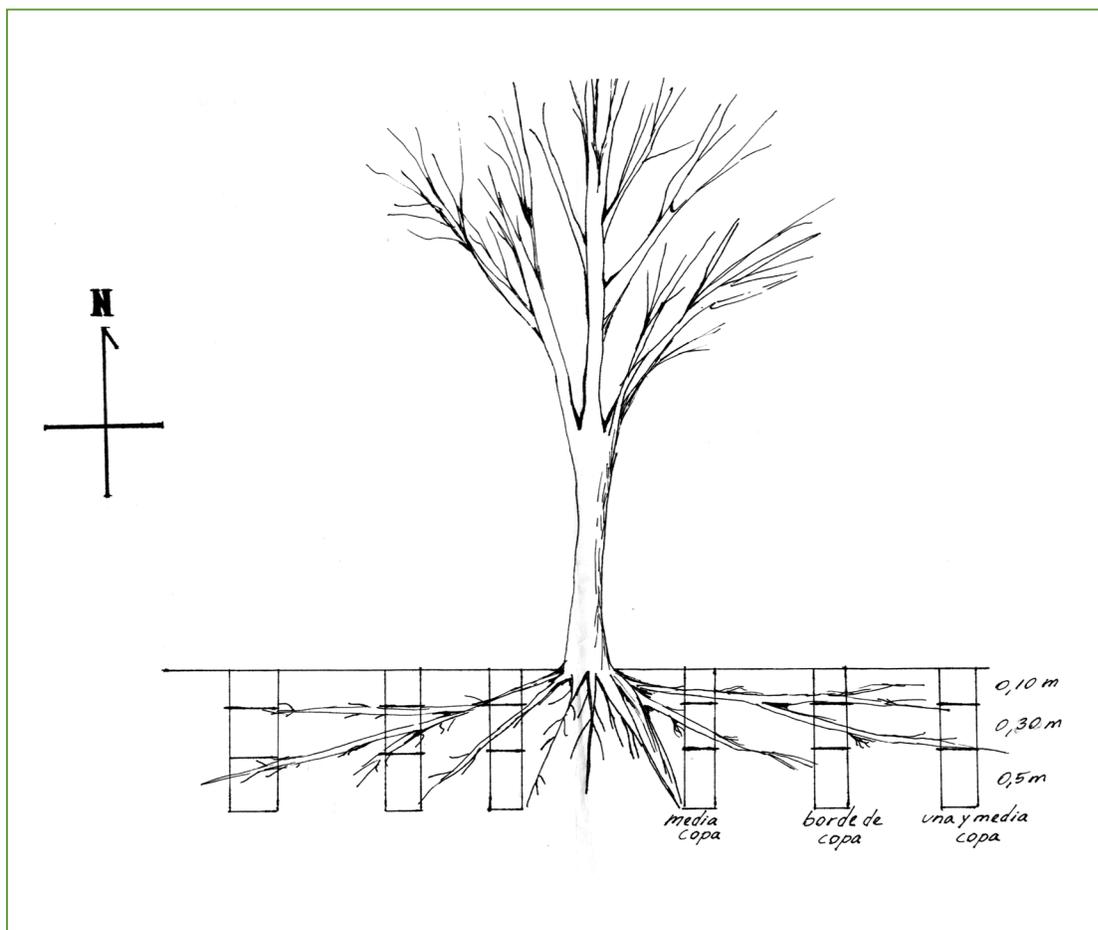
Diferenciación de yemas florales
Letargo de yemas florales
Reinicio de crecimiento de yemas florales
Antesis
Polinización y fecundación
Crecimiento y desarrollo del fruto
Maduración del fruto y la semilla

Sistema radicular

Crecimiento de la raíz pivotante
Origen y desarrollo de raíces secundarias y de otros órdenes
Diferenciación de pelos radiculares
Incremento en longitud y diámetro de las raíces de diferentes órdenes
Suberización de raíces

Apéndice 3

Diagrama demostrativo del muestreo radicular efectuado en *Dipteryx panamensis* (almendro).



Apéndice 4

Correlaciones lineales de los factores climáticos con las diferentes fenofases en 4 parcelas ubicadas en Sarapiquí, Heredia. Costa Rica.

Cuadro 1
Correlaciones lineales entre la expresión fenológica y los factores ambientales en árboles de *Dipteryx panamensis* (Almendro), ubicados en Chilamate, Sarapiquí. Costa Rica.

	Brotad .	Follaje	Brot. flor	Flor	Fruto ver.	Fruto mad.
°C min	0.272	0.255	0.590	0.609	0.113	-0.670
°C	0.444	-0.033	0.503	0.531	0.060	-0.534
°C max	0.428	-0.2	0.138	0.214	0.107	-0.124
MM	-0.108	0.289	0.344	0.249	-0.126	-0.351
LUZ	0.375	-0.370	0.071	0.104	-0.209	-0.182

Cuadro 2
Correlaciones lineales entre las fenofases y los factores ambientales, en árboles de la parcela Canadá, en finca La Selva, Sarapiquí. Costa Rica.

	Brotad.	Follaje	Brot. flor	Flor	Fruto ver.	Fruto mad.
°C min	0.107	0.146	0.287	0.082	-0.298	-0.317
°C	0.257	-0.091	0.247	0.170	-0.325	-0.348
°C max	0.281	-0.189	0.072	0.217	-0.191	-0.329
MM	0.033	0.173	0.142	-0.262	-0.250	0.078
LUZ	0.064	-0.365	0.034	0.094	-0.208	-0.007

Cuadro 3
Correlaciones lineales entre las fenofases y los factores ambientales en árboles de *Dipteryx panamensis* (Almendro) en parcelas raleadas de finca La Selva, Sarapiquí, Costa Rica.

	Brotad.	Follaje	Brot. flor	Flor	Fruto ver.	Fruto mad.
°C min	0.242	-0.372	0.172	0.169	-0.298	-0.2964
°C	0.376	-0.492	0.170	0.168	-0.325	-0.178
°C max	0.354	-0.443	0.032	0.030	-0.192	-0.095
MM	0.077	-0.002	-0.000	-0.116	-0.249	0.013
LUZ	0.297	-0.290	0.077	0.071	-0.208	0.574

Cuadro 4
Correlaciones lineales entre las fenofases y la precipitación, temperatura y luz en árboles de *Dipteryx panamensis* (Almendra) en parcelas no raleadas, en finca La Selva, Sarapiquí, Costa Rica

	Brotad.	Follaje	Brot. flor	Flor	Fruto ver.	Fruto mad.
°C max	0.413	-0.156	0.067	0.030	-0.069	0.118
°C	0.457	-0.205	0.170	0.168	-0.375	0.009
°C min	0.431	-0.176	0.224	0.169	-0.358	-0.054
MM	0.164	-0.282	0.197	-0.116	-0.124	0.045
LUZ	0.171	-0.051	-0.030	0.071	-0.277	0.056