Crecimiento del sistema radical de la palma de aceite *(Elaeis guineensis* Jacq.) en Tumaco, Colombia

Growth of oil palm (Elaeis guineensis *Jacq.) root system in Tumaco, Colombia*

RAFAEL REYES CUESTA[1]
SILVIO BASTIDAS PÉREZ'
EDUARDO PEÑA ROJAS[1]

R E S U M E N

En el estudió del crecimiento del sistema radical de palmas de 1 a 30 años de edad, de la especie *Elaeis guineensis,* cultivadas en suelos aluviales en Tumaco (Colombia), se observó que las palmas acumulan materia seca de raíces durante todo el período vegetativo, que puede ser estimado en kilogramos por palma para raíces primarias (Wrp), raíces secundarias (Wrs) y total de raíces (Wtr), con las siguientes ecuaciones:

$Wrp = -I4{,}209ó58 + 8{,}567823X - 0{,}127224X^2 - 0{,}000666X^3$ con un r^2 de 0,91
$Wrs = -4{,}966425 + 3{,}563283X - 0{,}270290X^2 + 0{,}006694X^3$ con un r^2 de 0,95
$Wtr = -19{,}17605 + 12{,}131176X - 0{,}397522X^2 + 0{,}006028X^3$ con un r^2 de 0,92

Las tasas de producción de materia seca y de crecimiento relativo fueron mayores para las raíces primarias durante la mayor parte del período, lo que se tradujo en mayor acumulación de materia seca para este tipo de raíces. La disminución en la acumulación de la materia seca de las raíces primarias al final del período y el incremento para las secundarias en los últimos años, condujo a que la materia seca total del sistema radical presentara un incremento durante todo el período. Se determinó que el crecimiento del sistema radical depende de las raíces primarias en los primeros quince años y de las secundarias a partir de esa edad.

S U M M A R Y

The growth of the root system of oil palm *[Elaeis guineesis)* trees of one to thirty years old, growing in alluvial soils of the Tumaco región of Colombia was studied. It was found that the trees acumulated root mass continuosly during the period studied. The production of root dry matter in kilograms per palm, of primary roots (Wrp), secondary roots (Wrs) or total roots (Wtr) can be calculated using the equations :

$Wrp = -14.209658 + 8.567823X - 0.127224X^2 - 0.000666X^3$ (r^2 : 0.91)
$Wrs = -4.966425 + 3.563283X - 0.270290X^2 + 0.006694X^3$ (r^2 : 0.95)
$Wtr = -19.17605 + 12.131176X - 0.397522X^2 + 0.006028X^5$ (r^2 : 0.92)

1 Investigadores. Centro de Investigación "El Mira". CORPOICA. Apartado Aéreo 198. Tumaco (Nar.), Colombia.

The rates of dry matter production and of relative growth were higher for primary roots causing larger accumulation of dry matter of this type of roots. In periods where the growth of secundary roots increases in such a way that the root mass always increases with time. It was found that during the first fifteen years the growth of primary roots is larger than the growth of secondary roots.

Palabras Claves: Palma de Aceite, Raíces, Crecimiento.

INTRODUCCION

El sistema radical de la palma de aceite *(Elaeis guineensis* Jacq.) está compuesto por raíces primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias y su crecimiento es afectado entre otros, por características físicas y químicas del suelo, profundidad del nivel freático y cultivo de cobertura. Los estudios de raíces realizados han sido dirigidos principalmente a la distribución, longitud y densidad por unidad de superficie (Olivin 1965; Tailliez 1971; Hartley 1988; Jooy Amit 1993), mientras que los estudios sobre crecimiento se han centrado principalmente en los órganos aéreos, como tallo, hojas y fruto (Corley et al. 1971; Breure y Powell 1987). Para el sistema radical se reporta, en Malasia, que la cantidad de materia seca producida por año, para palmas de 6,5 a 10,5 años de edad, oscila alrededor de 2 kg/palma y para edades entre 14,5 y 27,5 años alrededor de 5 kg/ palma (Hartley 1988); pero no existe información sobre la dinámica de crecimiento a través del tiempo, lo cual fue el objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se emplearon palmas tipo Tenera de 1, 5,10,15,20,25 y 30 años de edad, cultivadas en diferentes plantaciones con cobertura predominante de kudzú (Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth.), en suelos aluviales de la región del río Mira, en Tumaco (Nar.), Colombia, cuya textura predominante de su horizonte A es franca a franco arcillosa.

Entre 1993 y 1994 se efectuó el muestreo del sistema radical de cada palma, bajo el diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones por edad, correspondiendo cada repetición a una palma. Para ello se delimitó, a partir del estípite, una franja de terreno de 4 m de largo, 0,30 m de ancho y 0,90 m de profundidad. En esta franja se tomaron 24 muestras de suelo de 0,30 m de ancho por 0,50 m de largo y 0,30 m de profundidad (0,045 m^3 de suelo), distribuidas en tres secciones consecutivas de profundidades 0,0-0,30 m, 0,30-0,60 m y 0,60-0,90 m. Cada muestra se lavó con agua, se extrajeron las raíces y se separaron en dos grupos, raíces primarias y secundarias (secundarias, terciarias y cuaternarias), y luego se pusieron a secar en estufa a temperatura de 75°C hasta obtener peso seco constante.

Una vez obtenida la materia seca de raíces de cada volumen de muestra, se procedió a determinar la cantidad por palma, empleando para ello el volumen de ocho cilindros concéntricos o coronas circulares formados por la profundidad en la zona de muestreo, utilizando la expresión $V= \Pi (R^2-r^2)h$, donde: R corresponde al radio mayor, r al radio de la circunferencia del estípite a ras del suelo o del cilindro concéntrico anterior al de la determinación y h a la profundidad.

Los resultados de materia seca de raíces primarias (Wrp), raíces secundarias (Wrs) y total de raíces (Wtr) por palma se sometieron al análisis de varianza y a la prueba de medias de DUNCAN. Para la normalización de los datos se utilizó la transformación $\log^{10} (x+1)$.

Con los valores promedios de Wrp, Wrs y Wtr, acumulados en función del tiempo, se efectuó una regresión curvilínea para obtener el polinomio que mejor se ajustara a los datos primarios (Richards 1969), empleando para éste y los demás análisis antes indicados el programa SAS.

La tasa de producción de materia seca de raíces primarias (Crp), raíces secundarias (Crs) y total de raíces (Ctr) se determinó empleando la derivada de la ecuación ajustada de Wrp, Wrs y Wtr. Los valores instantáneos de la tasa de crecimiento relativo de raíces primarias (RWrp), raíces secundarias (RWrs) y total de raíces (RWtr) se obtuvieron mediante las expresiones RWrp = Crp/Wrp, RWrs = Crs/Wrs y RWtr = Ctr/Wtr (Radford 1967; Richards 1969).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante todo el período estudiado y para cada edad evaluada se presentó acumulación de materia seca en el sistema radical, la cual fué mayor para las raíces primarias (Wrp), presentándose diferencias estadísticas altamente significativas entre edades (Tabla 1, Fig. 1). La materia seca de las raíces secundarias (Wrs) se incrementó moderadamente hasta los 20 años, edad a partir de la cual se aceleró el incremento hasta los 30 años. Los valores máximos alcanzados fueron de 111,32 y 39,41 kg/palma para las raíces primarias (Wrp) y secundarias (Wrs), a los 28 y 30 años, respectivamente (Fig. 1).

Las tasas de producción de materia seca oscilaron entre 0,024 y 8,050 kg/palma/año para raíces primarias (Crp), 0,05 y 6,08 kg/palma/año para raíces secundarias (Crs), y 3,39 y 10,61 kg/palma/año para el total de raíces (Ctr), Los valores máximos para Crp, Crs y Ctr fueron 8,05.6,08 y 10,61 kg/palma/año, obtenidos a edades de 2, 30 y 2 años, respectivamente.

La Crp fue mayor a la Crs hasta los 22 años, posterior a esa edad fue superada por la Crs (Fig. 2). Esto explica el mantenimiento de la ascendente acumulación del total de materia seca de raíces (Wtr) a través del tiempo (Fig. 1).

La tendencia de la Crp a disminuir a través del tiempo y de la Crs a aumentar a partir de los 15 años, explica el comportamiento descendente hasta los 20 años y ascendente en los años posteriores de la Ctr, así como el sostenido incremento de Wrs en los últimos años (Fig. 1 y 2). Esto es debido a la predominancia de la senescencia del tejido radical sobre la emisión de nuevo tejido en las raíces primarias, lo que se acentúa con la edad de la palma. Al respecto se conoce que el sistema radical de la palma de aceite se renueva constantemente, incluso las raíces primarias, pero esto ocurre en mayor proporción con el avance de la edad en las raíces secundarias (cuaternarias, terciarias y secundarias), mientras que en las primarias sólo se efectúa el reemplazo de las que se mueren (Tailliez 1971; Hartley 1988).

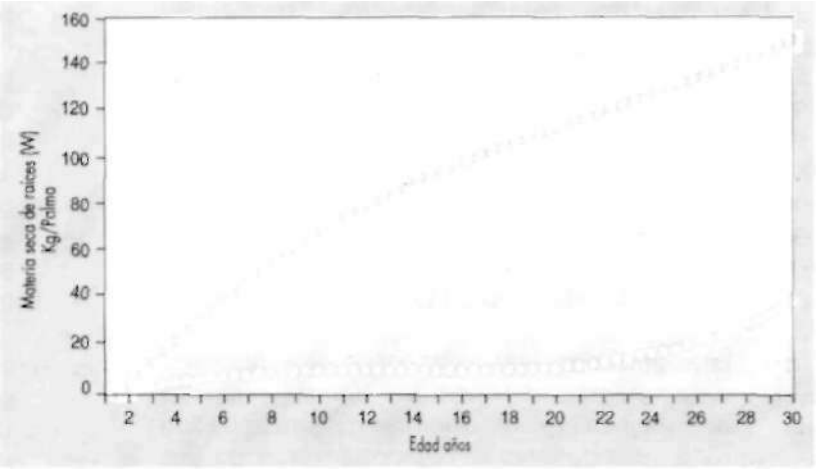
Las mayores tasas de crecimiento relativo de raíces (RW) ocurrieron en las etapas iniciales

Tabla Materia seca de raíces (kg/palma) de palmas *Ebeis guineensis* de 1 a 30 años de edad. Tumaco, Colombia.

Edad Años	raíces primarias	raíces secundarias	total raíces
1	0,12c*	0,15d	0,28d
5	14,14b	3,41c	17,56c
10	60,53a	10,50b	71,03b
5	81,91a	12,62b	94,53ab
20	120,94a	13,43b	134,37ab
25	86,70a	15,64b	102,34ab
30	118,07a	41,01a	159,08a
CV%	12,59	19,81	11,70
F(edad)	**	**	**

* Valores seguidos de la misma letra en las columnas no difieren estadísticamente según la prueba de DUNCAN al nivel del 5%.

** Significativo al nivel del 1% según la prueba de F.



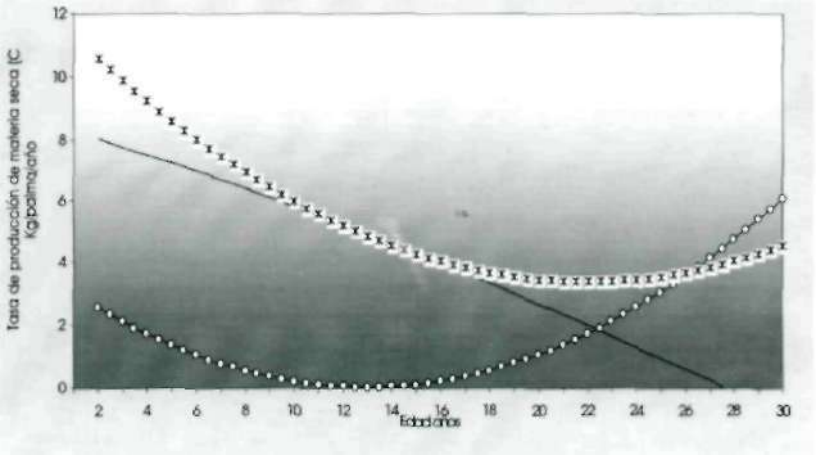


Figura 2. Tasa de producción de materia seca del total de raíces Ctr (xxx), de raíces primarias Crp (___) y de raíces secundarias Crs (ooo), de palmas de I a 30 años de edad de la especie Elaeis guineensis Jacq. Tumaco, Colombia.

del cultivo, decreciendo con la edad de las palmas (Fig. 3). A los dos años, los valores de RW fueron de 3,33,2,26 y 2,99 kg/kg/año, para raíces primarias (RWrp), raíces secundarias (RWrs) y total de raíces (RWtr), respectivamente, mientras que a los 27 años, los valores fueron de 0,002, 0,159 y 0,028 kg/kg/año, respectivamente. La disminución de tasas de crecimiento relativo con el avance de la edad de la palma es el resultado del aumento paulatino de tejido radical no activo respecto al activo. Sobre esto se indica que la palma de aceite adulta posee una cantidad relativamente pequeña de raíces vivas que constantemente se renuevan, con relación a la gran masa de raíces muertas (Hartley 1988; Figueredo y Vallejo 1986). Un comportamiento similar se presenta en el sistema radical de la palma de cocotero *(Cocos nucífera* L.) (Ohler 1986).

La RWrp fué mayor a la RWrs hasta los 17 años, 0,040 y 0,037 kg/kg/año, respectivamente. Posterior a esa edad, la RWrs empezó a incrementarse y a ser mayor que la RWrp, manteniéndose prácticamente estable después de los 26 años, con un valor alrededor de 0,158 kg/kg/año (Fig. 3). Esto complementa la explicación del comportamiento de la Wrs durante los últimos 10 años del período estudiado (Fig. **1).**

CONCLUSIONES

La acumulación de materia seca de raíces primarias y secundarias a través del tiempo presentó diferencias altamente significativas para cada tipo de raíces, debidas al comportamiento de sus tasas de producción de materia seca y de crecimiento relativo, siendo mayor la acumulación de materia seca para las raíces primarias.

- La acumulación de materia seca (kg/palma) para raíces primarias (Wrp), raíces secundarias (Wrs) y total de raíces (Wtr), puede ser estimada para el período de 1 a 30 años de edad, con las siguientes ecuaciones:

$Wrp = -14{,}209658 + 8{,}567823X - 0{,}127224X^2 - 0{,}000666X^3$ con un r^2 de 0.91

$Wrs = -4{,}966425 + 3{,}563283X - 0{,}270290X^2 + 0{,}006694X^3$ con un r^2 de 0,95

$Wtr = -19{,}17605 + 12{,}131176X - 0{,}397522X^2 + 0{,}006028X^3$ con un r^2 de 0,92

- Las tasas de producción de materia seca y de crecimiento relativo se comportaron diferente según el tipo de raíz, principalmente a partir de la mitad del período estudiado (15 años). Decrecientes para raíces primarias y crecientes para las secundarias.

- La tasa de producción de materia seca del total de raíces disminuyó a través de la mayor parte del tiempo y presentó incremento al final del período estudiado, como producto del comportamiento decreciente de la tasa de producción de materia seca de las raíces primarias durante todo el período y creciente de las secundarias a partir de los 15 años.

La dinámica de crecimiento encontrada indica, para las condiciones donde se llevó a cabo el estudio, que el crecimiento del sistema radical de la palma de aceite en los primeros 15 años depende en mayor parte de la producción de raíces primarias y a partir de esa edad de la producción de raíces secundarias.

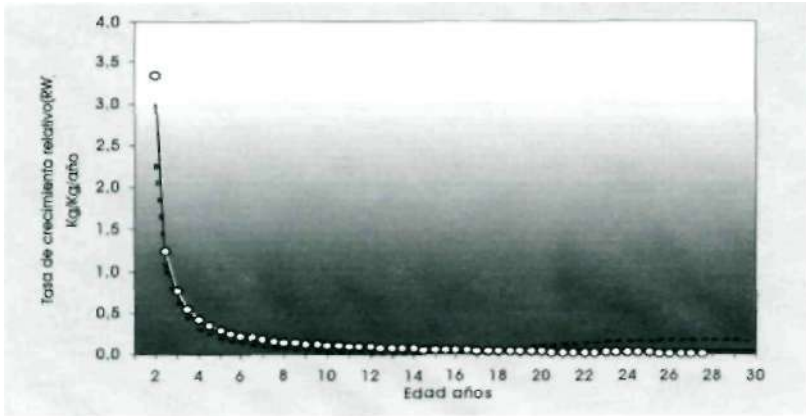


Figura 3. Tasa de crecimiento relativo del total de raíces Rwtr (___), de raíces primarias Rwrp (ooo) y raices secundarias Rwrs (---), de palmas de I a 30 años de edad de la especie Elaeis guineensis Jacq. Tumaco, Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

BREURE, C.J.; POWEL, M.S. 1987. The one-shot method of establishing growth parameters in oil palm. *In:* C.J. Breure. Factors associated with allocation of carbohydrates to bunch dry matter production in oil palm *{Elaeisguineensis* Jacq.). DAMI Oil Palm Research Station. p.228-242.

CORLEY, J.;HARDON,J.;TANG, Y. 1971. Analisis of growth of the of oil palm *{Elaeis guineensis* Jacq.). I. Estimation of growth parameters and application in breeding. Euphytica (Holanda) v.20, p.307-315.

FIGUEREDO, P.; VALLEJO, R.G. 1986. Botánica de la palma africana de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. *In:* FEDEPALMA. Primer Encuentro Nacional sobre Palma Africana. Villavicencio, Colombia. Junio de 1984. Memorias. 2ª. ed. Fedepalma, Bogotá, p.30-42.

HARTLEY, C.W.S. 1988. The Oil Palm. 3d. ed. Longman Scientific & Technical, England.761p.

JOO. G.K.; AMIT. S. 1993. The root system of the oil palm *(Elaeis guineensis* Jacq.). Il:Indirect estimations of root length,diameter and surface area. Elaeis (Malasia) v.5no.2,p.75-78.

OHLER.J.G. 1986. El Cocotero árbol de vida. Estudio FAO. Producción y protección vegetal 57. FAO, Roma. 347p.

OLIVIN, J. 1965. Une methode d'obsevation du systeme radiculaire du palmier a huile. Oléagineux (Francia) v.20 no.12, p.731 -733.

RADFORD, P. J. 1967. Growth analysis formulae: Their use and abuse. Crop Science (Estados Unidos) v.7, p. 171-175.

RICHARDS, F.J. 1969. The quantitative analysis of growth. In: F.C. Steward (Ed.). PlantPhysiology: A treatise.Academic Press, New York. 376p.

TAILLIEZ, B. 1971. The root system of the oil palm on the San Alberto plantation in Colombia. Oléagineux (Francia) v.26 no.7, p 435-447.