

Crecimiento vegetativo en previvero de cinco cruces comerciales de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Enrique Coto¹, Carlos Chinchilla², Juan Bulgarelli¹, Tomás Palma

Resumen

Se sembraron cinco cruces comerciales (variedades) de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), y se midió su crecimiento aéreo y radical en diferentes etapas de su desarrollo en condiciones de previvero. Los datos numéricos fueron complementados con fotografías digitales de plantas que mostraban las características consideradas como típicas de cada variedad en cada etapa de crecimiento.

Aunque se observó que existe aparentemente una relación directa entre el tamaño de la semilla y el desarrollo inicial de la plántula, fue también evidente que existen otros factores genéticos que determinaban las tasas de desarrollo vegetativo (aéreo y radical). Los cruces Deli x Yangambi fueron los más vigorosos, seguidos por Deli x AVROS, Deli x Calabar (Ghana), Deli x Ekona y Deli x La Mé.

El desarrollo de las plantas durante los primeros meses de crecimiento en previvero, guarda una relación directa con el desempeño vegetativo de las plantas adultas de estas variedades, según es observado en siembras comerciales.

Los datos de crecimiento vegetativo indican que el mejor momento para el transplante desde el previvero al vivero, es cuando las plantas tienen tres meses de edad, lo cual reduce el riesgo de causar estrés en esta operación. La mayor tasa de crecimiento en el peso seco radical y aéreo ocurrió después de los tres meses de edad de las plantas.

La información presentada aquí puede ser usada como referencia cuando se quiera evaluar el desempeño de un previvero comercial, de alguna de las cinco variedades de palma aceitera estudiadas.

Introducción

La escogencia de un material de siembra (semilla comercial) de una fuente reconocida, es el primer factor que, junto con un buen manejo del cultivo, determinan el éxito de una explotación comercial de la palma aceitera (Rajanaidu 1997).

¹ Parte de los resultados de la tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo del primer autor. El primer y cuarto autores son estudiante y profesor en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. El tercer autor es investigador en ASD de Costa Rica. 2. Consultor para ASD, cmlchinchilla@gmail.com

Durante las primeras semanas después de la germinación, la plántula vive básicamente de las reservas del endospermo. Aproximadamente 80% de las reservas del endospermo se agota en tres meses (Corley 1976). Los cambios morfológicos asociados a este desarrollo temprano, y el posterior establecimiento autónomo de la planta, han sido descritos (Hartley 1988).

La variedad de palma aceitera más popular es el cruce Deli x AVROS (AVROS), pero también se encuentran disponibles en el mercado otros cruces con otras características de crecimiento y adaptabilidad, a algunos ambientes particulares. La variedad AVROS es una opción para ambientes cercanos al óptimo para la palma aceitera. Las plantas son de crecimiento vigoroso, racimos y frutos grandes, y con contenidos altos de aceite.

La variedad Deli x Calabar (Ghana) se adapta bien a regiones con baja radiación solar y moderado déficit hídrico, en donde la tasa de crecimiento del tronco de otras variedades como AVROS puede ser muy alta, lo cual limita la vida útil del árbol. El cruce Deli x La Mé ha sido el segundo en popularidad después del material AVROS, debido al lento crecimiento del tronco y su buena adaptabilidad a un déficit hídrico moderado. Los cruces Deli x Yangambi son de crecimiento vigoroso, con un alto contenido de aceite en el racimo, y presentan muy buena adaptación a ambientes con déficit hídrico y temperaturas moderadamente bajas (ASD 2000).

La comparación del crecimiento vegetativo en condiciones de previvero no ha sido documentada para algunas de las variedades comerciales de palma aceitera disponibles en el mercado. El conocimiento de un patrón de referencia del crecimiento vegetativo de una variedad, es importante para detectar y tratar de corregir algunas desviaciones que puedan presentarse en un previvero comercial. Debido a que el desarrollo aéreo de las plantas tiene una relación directa con el estado de la raíz, se deben también incluir referencias sobre el desarrollo de este órgano para completar la información de referencia. El conocimiento del patrón de crecimiento durante las primeras etapas de desarrollo de las plantas, es importante también para el suplidor de semillas, de manera que pueda darle seguimiento al desempeño comercial de su producto, y poder enfrentar con datos cualquier reclamo sobre la calidad del mismo.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la localidad de Coto, al sur de Costa Rica cerca de la costa Pacífica (8 msnm, 4118 mm de lluvia anual, con una estación de menor precipitación entre enero y marzo, temperaturas máximas y mínimas de 32 y 21°C).

Los cinco cruces comerciales fueron suplidos por la compañía ASD Costa Rica, y fueron sembrados en un suelo de textura media en bolsas de polietileno negras (15x23 cm), que fueron ordenadas en bloques cuadrados de ocho bolsas de lado. Los cruces fueron ordenados como un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en donde la parcela útil estuvo formada por 36 plántulas centrales en cada grupo de 64.

Dado que los previveros en la zona se hacen durante los meses de menor precipitación pluvial, se suministró riego por medio de micro aspersores, y sombra mediante tela sintética (sarán) para dejar pasar un 50% de la luz. A los dos meses de edad de las plantas se hizo una primera aplicación del fertilizante DAP (18-46-0), y luego cada dos semanas (1 g/planta). No se utilizó ningún otro agroquímico durante el periodo experimental.

Antes de la siembra de la semilla germinada, cada plántula fue caracterizada en términos del largo de la radícula y el número de raíces laterales a la radícula (raíces "adventicias"). Durante el crecimiento en el previvero cada unidad de 36 plantas fue dividida en seis grupos, que fueron sacrificados sucesivamente en cada una de seis fechas para la toma de datos (Cuadro 1). Cada planta fue extraída cuidadosamente de la bolsa, y sus raíces fueron lavadas para separar el suelo.

Cuadro 1. Variables morfométricas tomadas durante la fase de previvero en cinco cruces comerciales de palma aceitera

Sistema radical		Parte aérea	
Variable	Información	Variable	Información
Radícula	Largo	Bulbo	Diámetro
Raíces laterales	Número y largo	Hoja más joven	Largo y ancho
Ríces primarias	Número y largo	Hojas abiertas	Número
Todas las raíces	Peso seco	Parte aérea	Peso seco

La primera evaluación de crecimiento fue hecha al mes de la siembra, y las siguientes cada dos semanas aproximadamente. Aunque no es conveniente mantener un previvero comercial más allá de tres meses, para efectos de este trabajo, las plantas se mantuvieron hasta los cuatro meses de edad, momento en que se realizó la última evaluación.

La radícula, raíces adventicias y primarias se midieron desde el punto de inserción en la base del bulbo hasta el ápice. Se consideraron raíces adventicias o laterales aquellas con tendencia a un crecimiento horizontal, y que salen del punto en que la plúmula y la radícula parecen converger.

El diámetro de la base de la planta (bulbo) se midió con un calibrador en la parte más ancha. Como hoja más joven se consideró aquella completamente abierta, y como hojas ya abiertas, las de mayor edad por debajo de la más joven, incluyendo a esta. El peso seco se determinó secando la muestra de tejido en un horno de aire caliente forzado.

Las medias de las diferentes variables fueron comparadas estadísticamente utilizando una prueba estricta de Tukey ($P=0.05$). La información del peso seco y de área foliar, se utilizó para estimar algunos parámetros fisiológicos y morfológicos de rutina.

Resultados y discusión

Tamaño de las semillas

Esta variable no fue considerada como una covariable, pero si se observaron diferencias aparentes entre cruces en el tamaño promedio de la semilla, las cuales podrían haber generado diferencias en el crecimiento inicial de las plántulas, según fue documentado por Rao *et al.* (1999). No obstante, estos autores también determinaron que estas diferencias se diluyen con el tiempo.

Las palmas madres de las cuales provinieron las semillas para el experimento fueron diferentes, y esto puede afectar su tamaño promedio. Por otra parte, el tamaño de la semilla disminuye

cuando el padre pasa de Yangambi a AVROS, Calabar, Ekona y La Mé. La edad de la palma de donde se cosecha el racimo determina su peso y también el tamaño de la semilla (Alvarado, A.). Las semillas AVROS y Yangambi provenían de palmas de 19 años de edad, las de La Mé y Calabar de palmas de 12 años, y las de Ekona de palmas de 13 años.

Sistema radical

Raíces laterales o adventicias. Las semillas germinadas presentaban una o más raíces laterales, y este número aumentó después de la siembra, alcanzándose un máximo en la medición hecha a los 37 días. Los materiales La Mé y Yangambi produjeron más raíces y fueron estadísticamente diferentes al resto (Fig. 1). La emisión temprana de estas raíces junto con la radícula, obedece aparentemente a una adaptación para un rápido anclaje en el hábitat natural de esta palma, que puede estar sujeto a inundación (Hartley 1988).

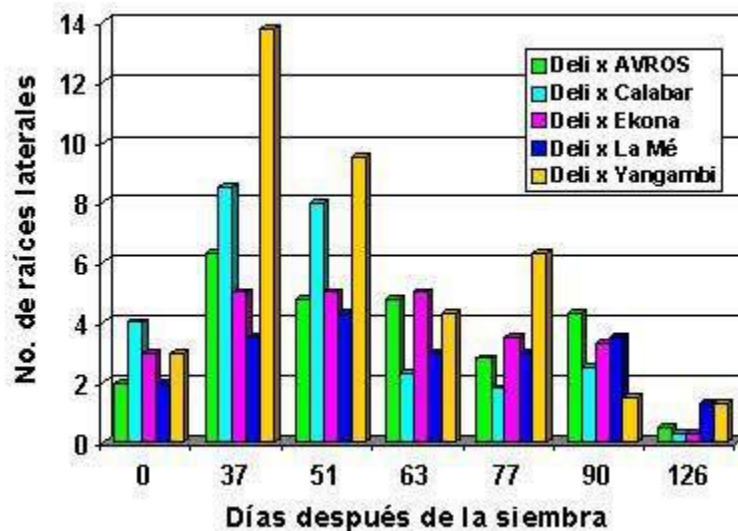


Fig. 1. Número de raíces laterales (adventicias) en cinco cruces comerciales de palma aceitera durante la fase de previvero

El número de raíces laterales emitidas en las primeras fases del establecimiento de la plántula no parece estar asociado con el vigor del crecimiento posterior, pero podría ser un factor importante en esta fase, particularmente cuando la semilla viene contaminada por hongos oportunistas, o bien ocurre infección en el suelo. Estos hongos atacan los puntos de crecimiento de estas raíces (así como la radícula), y ocasionan reducción en la tasa de emergencia de las plantas, y aparición de anomalías. La no aparición de nuevas raíces laterales se relaciona con un aumento en la tasa de elongación de la radícula después de los 37 días.

Radícula. La tasa de elongación de la radícula es bastante rápida durante el primer mes después de la siembra, y supera los 15 cm de longitud durante este periodo (Fig. 2). Después de los dos meses, este órgano excedió los 23 cm de altura de la bolsa de previvero, por lo cual se arrolló en el fondo, o bien logró salir en forma parcial por alguno de los huecos de drenaje de la bolsa. Esto

no indica, sin embargo, que la mayor porción de volumen de suelo en la bolsa esté siendo explorado por el sistema radical. El patrón de crecimiento de la radícula fue muy semejante en todos los cruces, y el análisis estadístico no detectó diferencias entre ellos.

Raíces primarias. La emisión de este tipo de raíces no fue evidente en ningún cruce hasta la evaluación realizada a los 51 días después de la siembra. A los dos meses de edad, todas las plantas tenían al menos una raíz primaria, y la tasa de emisión aumentó después de los tres meses. Los materiales Calabar y Yangambi presentaron una tendencia a producir más raíces de este tipo y en forma más precoz (Fig. 3).

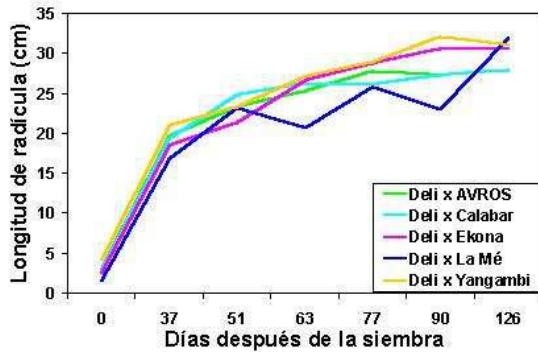


Fig. 2. Longitud de la radícula en cinco cruces comerciales de palma aceitera durante la fase de previvero

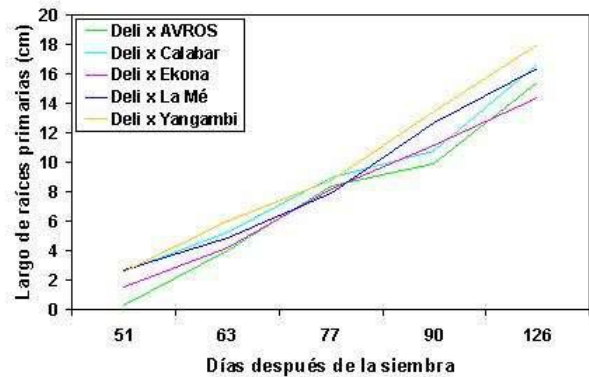


Fig. 3. Longitud de las raíces primarias en cinco cruces comerciales de palma aceitera durante la fase de previvero.

La tasa de elongación de las raíces primarias siguió una tendencia lineal, y la longitud de la raíz alcanzó aproximadamente 10 cm a los 77 días de la siembra, en un periodo que coincidió con el inicio de la emisión de raíces secundarias. Los materiales Yangambi y Calabar muestran una clara tendencia a producir más raíces primarias que el resto de los cruces. La longitud de estas raíces es estadísticamente diferente entre materiales en la evaluación hecha a los 126 días de la siembra. Nuevamente, el material Yangambi fue el que presentó las raíces más largas.

El número y longitud de cada una de las raíces primarias que aparecieron en las diferentes fechas de evaluación aparecen en la figura 4, en donde se evidencia la precocidad del material Yangambi, y el comportamiento contrario en Ekona y La Mé.

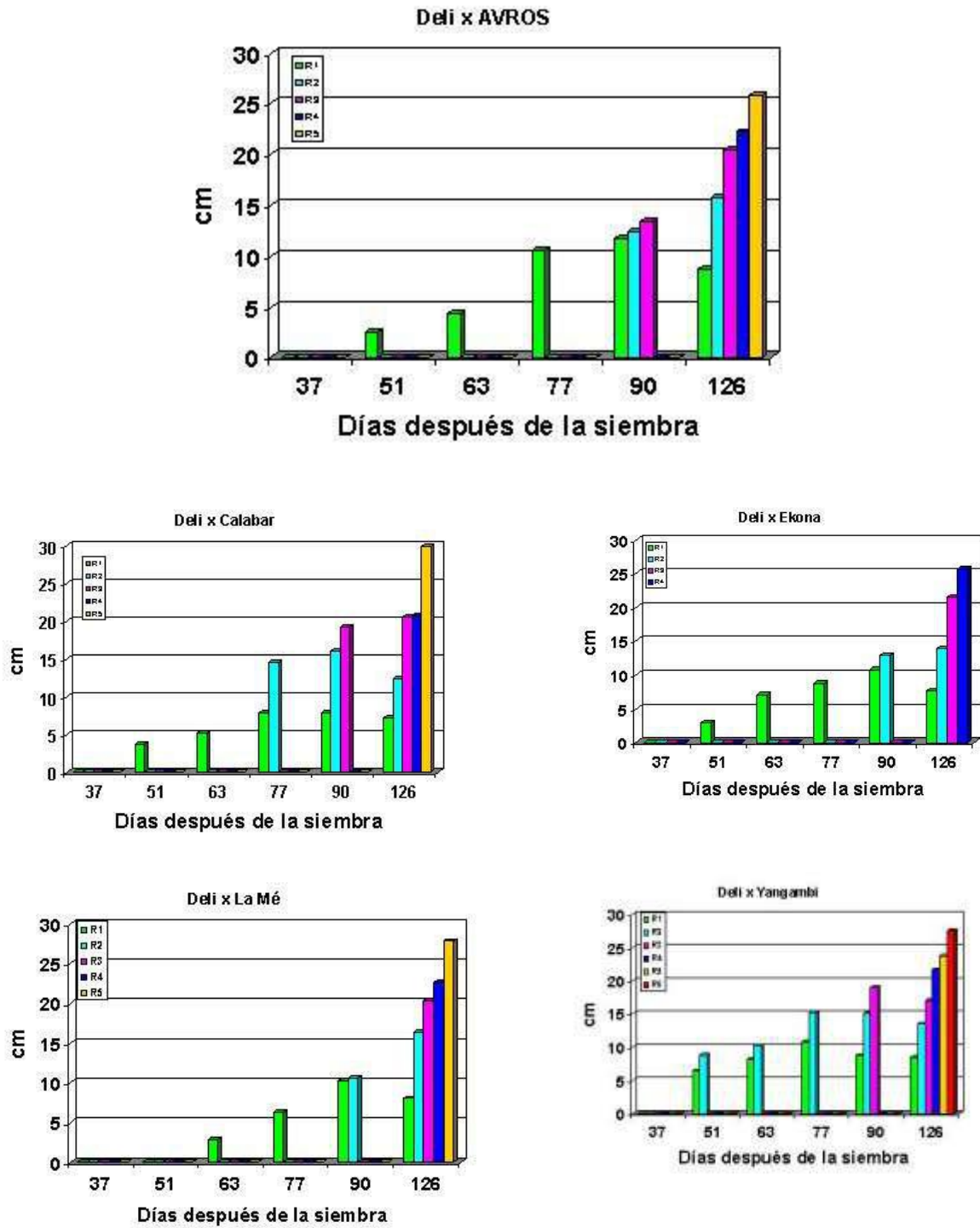


Fig. 4. Longitud y número (representado por el número de barras en cada fecha) de las raíces primarias en cinco cruces comerciales de palma aceitera durante la etapa de previvero.

Crecimiento aéreo

El grosor de la base de la planta ("bulbo") permite separar a los cinco cruces genéticos en dos grupos: AVROS, Calabar y Yangambi son los materiales de mayor crecimiento. La tasa de desarrollo del bulbo aumentó a partir del día 77 después de la siembra (Fig. 5), lo cual puede asociarse con la entrada en funcionamiento de las raíces primarias y las nuevas hojas.

Las primeras hojas caracterizadas como totalmente abiertas, aparecieron en la medición realizada a los 77 días aproximadamente después de la siembra en todos los cruces (Fig. 6). Corley (1976) había determinado en un material genético particular, que la independencia de la planta de las reservas de la semilla se iniciaba alrededor del mes y medio después de la siembra, cuando la primera lámina foliar se había expandido completamente, y la segunda hoja estaba parcialmente abierta.

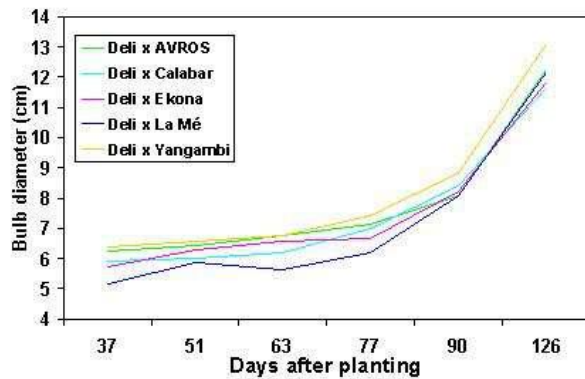


Fig. 5. Crecimiento del diámetro de la base de la palma (bulbo) en cinco cruces comerciales de palma aceitera durante la etapa de previvero.

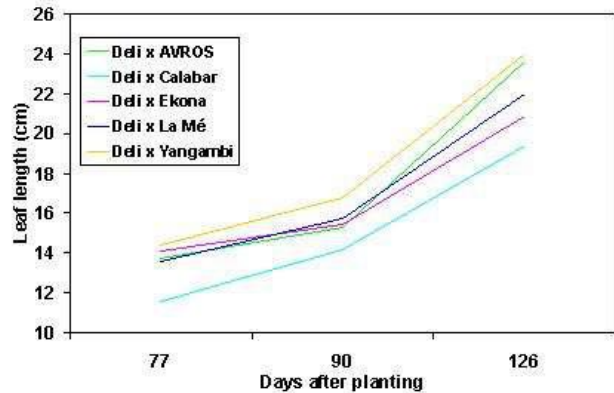


Fig. 6. Crecimiento del largo de la hoja más joven ya abierta en cinco cruces comerciales de palma aceitera durante la etapa de previvero.

La acumulación de peso seco refleja la capacidad de crecimiento de la planta, pues representa la actividad fotosintética y la absorción de nutrientes por parte de las raíces. En este sentido, el material Yanbambi es el que mejor aprovecha las ventajas de un crecimiento inicial más vigoroso (Fig. 7). La razón entre el peso seco de la parte aérea y radical, aumentó con la edad de las plantas, y se destaca un aumento significativo del crecimiento aéreo a partir de los tres meses de edad.

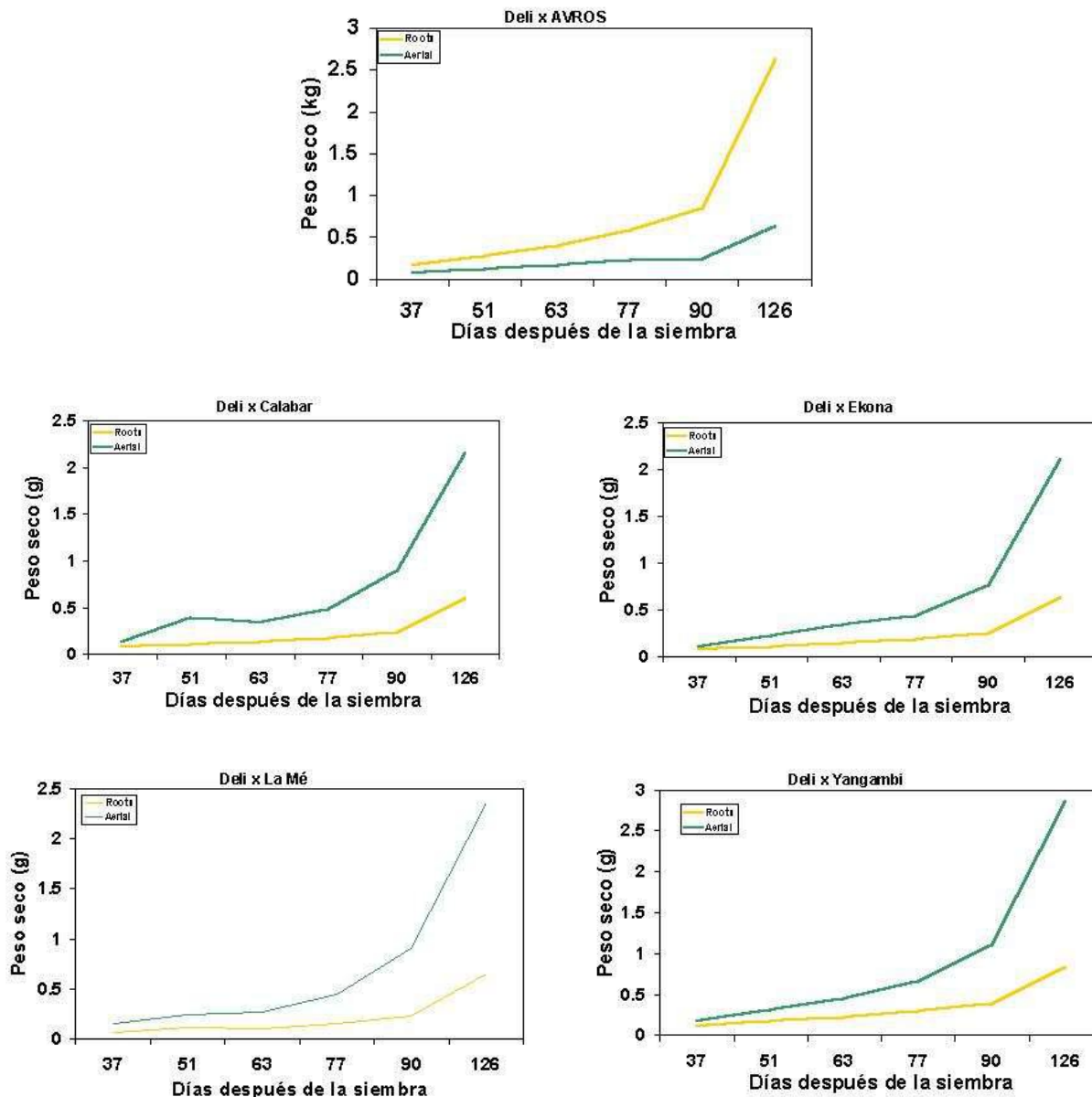


Fig.7. Peso seco de la parte aérea y del sistema radical en cinco cruces de palma aceitera durante la etapa de previvero.

Parámetros fisiológicos

En la medición realizada a los 63 días, los cruces Calabar y La Mé presentaron valores negativos de acumulación de biomasa (Fig. 8). Existen varias razones posibles para este resultado. Las reservas de la semilla son utilizadas en el crecimiento inicial de la planta, por lo cual puede producirse una pérdida de peso. Además, se debe considerar que el muestreo realizado fue destructivo, por lo cual las plantas solo fueron medidas una única vez. No obstante, los valores negativos de incremento de biomasa en Calabar y La Mé podrían indicar una mayor dependencia

de las reservas de la semilla en estos materiales, lo cual también es reflejado por el índice de crecimiento relativo. Los materiales más precoces como Yanbambi y AVROS dejan de depender de las reservas de la semilla (que normalmente son mayores) en forma más temprana.

La relación entre el área foliar total de la planta y peso seco total varió entre 70 y 80 a partir de los 77 días de la siembra (Fig. 9), periodo que puede asociarse con una mayor actividad fotosintética a partir de aproximadamente dos meses de la siembra, al aparecer hojas ya completamente abiertas. En este periodo, la relación entre el peso seco de la parte aérea y de la raíz tiende a aumentar. La relación peso seco de la raíz sobre peso seco total de la planta disminuye con la edad, mostrando el énfasis en el crecimiento aéreo de la planta.

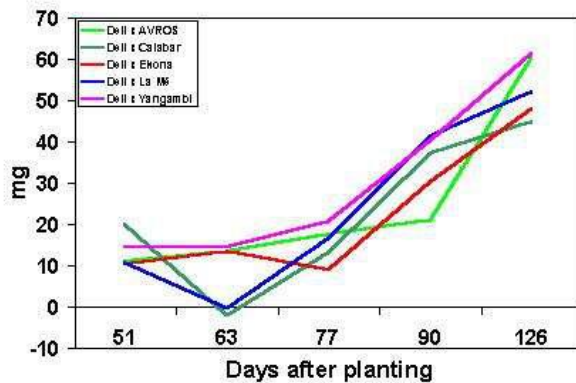


Fig. 8. Índice de absoluto crecimiento (mg/día) en cinco cruces comerciales de palma aceitera durante la época de previvero.

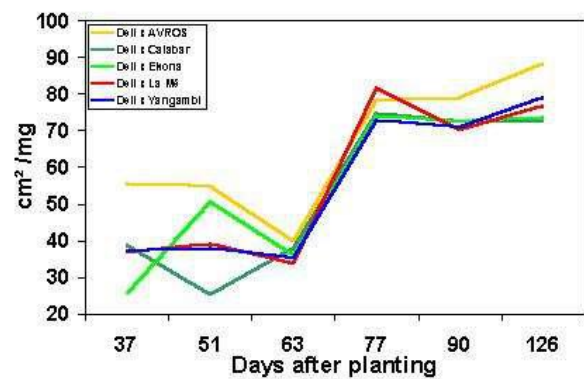


Fig. 9. Relación entre el área foliar total y el peso seco de la planta en cinco cruces comerciales de palma aceitera durante la etapa de previvero

Los datos de crecimiento de los cinco materiales en el previvero indican que el transplante de estas plantas al vivero definitivo debe realizarse antes de los tres meses de edad. Un transplante posterior implica un riesgo real de causar un atraso real en el crecimiento subsiguiente debido a un mayor estrés de transplante.

La comparación entre cruces se dificulta, ya que las tendencias en el crecimiento mostradas por cada uno son difíciles de definir, debido a la variación entre plantas, el reducidos número de individuos sacrificados y la naturaleza destructiva del método. No obstante, es claro que Calabar y La Mé se asemejan bastante en sus etapas iniciales de crecimiento y que Yangambi y AVROS están en el otro extremo. Ekona está más cerca de los materiales de menor crecimiento. El crecimiento de todos estos cruces en la etapa de previvero guarda una estrecha relación con el desempeño vegetativo de estos materiales en plantaciones comerciales.

La apariencia típica de una planta de cada cruce se ilustra en fotografías tomadas en cada fecha de la medición de las variables morfométricas durante la etapa de previvero (Figs.10-14). La información numérica de cada variable en cada fecha de medición aparece en los cuadros 2-6.

Cuadro 2. Variables morfométricas de palma Deli x AVROS durante la fase de previvero

Variable	Antes de siembra	Días después de la siembra					
		37	51	63	77	90	126
Largo de plúmula	2.0 ± 0.4						
Largo de radícula	3.0 ± 1.1	19.7 ± 3.0	23.2 ± 1.5	25.2 ± 3.4	27.8 ± 3.8	27.2 ± 3.2	27.9 ± 3.8
No de raíces adventicias	2.1 ± 2.0	6.3 ± 2.2	4.8 ± 1.7	4.8 ± 3.5	2.8 ± 2.2	4.3 ± 2.1	0.5 ± 1.0
Largo de raíces adventicias		3.9 ± 2.0	2.5 ± 0.9	3.1 ± 1.2	3.0 ± 2.7	4.1 ± 2.7	---
No de raíces primarias			0.2 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.2	1.2 ± 0.2	3.3 ± 0.3
Largo de raíces primarias			0.3 ± 0.2	4.0 ± 3.0	8.4 ± 3.1	9.9 ± 2.1	15.4 ± 1.3
Diámetro del bulbo (mm)		6.26 ± 0.27	6.42 ± 0.20	6.76 ± 0.28	7.11 ± 0.78	8.06 ± 1.00	12.22 ± 1.36
Largo de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					13.7 ± 0.4	15.3 ± 1.4	23.6 ± 1.6
Ancho de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					4.0 ± 0.8	3.8 ± 0.3	6.7 ± 0.5
No de hojas totalmente abiertas					1.8 ± 0.2	2.5 ± 0.2	4.3 ± 0.1
Peso seco del sistema radical (g)		0.0847 ±0.0096	0.1205 ±0.0133	0.1694 ±0.0416	0.2254 ±0.0177	0.2533 ±0.0489	0.6381 ±0.0481
Peso seco de la parte aérea (g)		0.1624 ±0.1500	0.2820 ±0.0425	0.3964 ±0.03	0.5965 ±0.0521	0.8399 ±0.0709	2.6268 ±0.1632
Peso seco total (g)		0.2471 ±0.0241	0.4025 ±0.0502	0.5629 ±0.0556	0.8160 ±0.0558	1.0932 ±0.1158	3.2649 ±0.1952

Cuadro 3. Variables morfométricas de un cruce comercial Deli x Calabar de palma aceitera durante la etapa de previvero

Variable	Antes de siembra	Días después de la siembra					
		37	51	63	77	90	126
Largo de plúmula	1.5 ± 0.3						
Largo de radícula	2.8 ± 1.1	19.4 ± 2.1	24.8 ± 0.9	26.2 ± 3.1	26.1 ± 5.0	27.2 ± 2.9	27.9 ± 6.38
No de raíces adventicias	3.6 ± 1.8	8.5 ± 5.4	8.0 ± 5.4	2.3 ± 1.3	1.8 ± 1.7	2.5 ± 1.7	0.3 ± 0.5
Largo de raíces adventicias		3.7 ± 1.3	4.1 ± 1.4	2.9 ± 3.3	2.5 ± 0.6	3.4 ± 1.3	2.1 ± 2.7
No de raíces primarias			0.4 ± 0.2	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.3	1.4 ± 0.2	3.7 ± 0.4
Largo de raíces primarias			2.6 ± 1.7	5.2 ± 4.7	9.0 ± 0.3	10.8 ± 2.4	16.7 ± 1.3
Diámetro del bulbo (mm)		5.90 ± 0.42	6.00 ± 0.12	6.22 ± 0.38	6.99 ± 0.36	8.40 ± 0.59	11.64 ± 0.77
Largo de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					11.6 ± 0.5	14.2 ± 1.8	19.4 ± 1.5
Ancho de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					3.4 ± 0.1	3.7 ± 0.5	5.5 ± 0.2
No de hojas totalmente abiertas					1.9 ± 0.2	2.4 ± 0.4	4.2 ± 0.2
Peso seco del sistema radical (g)		0.0778 ±0.0159	0.1037 ±0.0067	0.1290 ±0.0259	0.1715 ±0.0420	0.2428 ±0.0541	0.6059 ±0.1740
Peso seco de la parte aérea (g)		0.1362 ±0.0259	0.3897 ±0.3026	0.3427 ±0.0564	0.4861 ±0.0311	0.9003 ±0.1080	2.1544 ±0.3148
Peso seco total (g)		0.2140 ±0.0416	0.4934 ±0.3042	0.4717 ±0.0808	0.6575 ±0.0722	1.1431 ±0.1588	2.7604 ±0.4864

Los números son el promedio y la desviación estándar de 24 plantas, excepto para los datos de antes de la siembra que corresponden a 256 semillas germinadas.

Cuadro 4. Variable morfométricas de un cruce comercial Deli x Ekona de palma aceitera durante la etapa de previvero

Variable	Antes de la siembra	Días después de la siembra					
		37	51	63	77	90	126
Largo de la plúmula	1.4 ±0.5						
Largo de la radícula	2.5 ±1.0	18.5 ±1.0	21.3 ±5.9	26.5 ±4.0	28.7 ±3.2	30.6 ±3.8	30.5 ±6.4
No de raíces adventicias	3.2 ±1.4	5.0 ±2.2	5.0 ±1.8	5.0 ±3.5	3.5 ±2.5	3.3 ±2.1	0.3 ±0.5
Largo de raíces adventicias		1.6 ±1.0	4.3 ±1.9	3.1 ±1.8	1.7 ±1.2	2.8 ±2.3	3.0 ±2.3
No de raíces primarias			0.5 ±0.1	0.8 ±0.2	0.9 ±0.2	1.3 ±0.2	3.2 ±0.6
Largo de raíces primarias			1.5 ±1.9	4.2 ±2.0	8.2 ±3.0	11.1 ±2.7	14.4 ±0.6
Diámetro del bulbo (mm)		5.70 ±0.28	6.29 ±0.24	6.59 ±0.60	6.67 ±0.44	8.24 ±0.20	11.83 ±0.94
Largo de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					14.1 ±1.2	15.4 ±1.2	20.9 ±1.5
Ancho de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					3.1 ±0.3	3.4 ±0.2	5.4 ±0.4
No de hojas totalmente abiertas					1.8 ±0.2	2.3 ±0.2	4.1 ±0.2
Peso seco del sistema radical (g)		0.0740 ±0.0072	0.1052 ±0.0132	0.1474 ±0.0271	0.1823 ±0.0401	0.2425 ±0.0338	0.6346 ±0.1286
Peso seco de la parte aérea (g)		0.1078 ±0.0065	0.2222 ±0.0175	0.3419 ±0.0629	0.4330 ±0.0506	0.7679 ±0.0315	2.1001 ±0.2166
Peso seco total(g)		0.1818 ±0.0118	0.3274 ±0.0271	0.4893 ±0.0886	0.6153 ±0.0905	1.0104 ±0.0514	2.7347 ±0.3420

Cuadro 5. Variable morfométricas de un cruce comercial Deli x La Mé de palma aceitera durante la época de previvero

Variable	Antes de siembra	Días después de la siembra					
		37	51	63	77	90	126
Largo de plúmula	1.4 ±0.3						
Largo de radícula	1.5 ±0.6	16.9 ±1.6	23.1 ±1.9	20.7 ±1.5	25.7 ±3.8	23.0 ±3.5	31.9 ±2.6
No de raíces adventicias	1.5 ±1.3	3.5 ±1.7	4.3 ±1.7	3.0 ±2.9	3.0 ±2.4	3.5 ±2.9	1.3 ±1.5
Largo de raíces adventicias		2.5 ±0.8	3.4 ±1.4	2.1 ±2.0	5.1 ±2.8	2.6 ±0.8	1.5 ±2.0
No de raíces primarias			0.0 ±0.0	0.3 ±0.2	0.8 ±0.1	1.3 ±0.3	3.2 ±0.3
Largo de raíces primarias			2.7 ±4.1	4.9 ±4.1	7.9 ±5.0	12.7 ±2.0	16.4 ±0.7
Diámetro del bulbo (mm)		5.14 ±0.48	5.89 ±0.35	5.64 ±0.49	6.17 ±0.48	8.08 ±0.76	12.16 ±0.78
Largo de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					13.6 ±0.8	15.7 ±0.9	22.0 ±0.7
Ancho de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					3.3 ±0.2	3.6 ±0.5	5.4 ±0.3
No de hojas totalmente abiertas					1.9 ±0.2	2.2 ±0.1	3.9 ±0.1
Peso seco del sistema radical (g)		0.0633 ±0.0068	0.1172 ±0.0254	0.0961 ±0.0179	0.1496 ±0.0162	0.2243 ±0.0617	0.6528 ±0.0557
Peso seco de la parte aérea (g)		0.1498 ±0.0927	0.2473 ±0.0511	0.2662 ±0.0338	0.4449 ±0.0077	0.9081 ±0.2403	2.3547 ±0.1515
Peso seco total (g)		0.2131 ±0.0973	0.3645 ±0.0614	0.3623 ±0.0517	0.5925 ±0.0191	1.1323 ±0.2985	3.0075 ±0.1895

Los números son el promedio y la desviación estándar de 24 plantas, excepto para los datos de antes de la siembra que corresponden a 256 semillas germinadas.

Cuadro 6. Variables morfométricas de un cruce Deli x Yangambi de palma aceitera durante la fase de previvero.

Variable	Antes de la siembra	Días después de la siembra					
		37	51	63	77	90	126
Largo de la plúmula	2.3 ±0.5						
Largo de radícula	4.2 ±1.3	21.1 ±3.7	23.3 ±2.3	27.1 ±1.9	28.9 ±3.0	32.1 ±6.9	31.1 ±3.8
No de raíces adventicias	3.2 ±1.7	13.8 ±5.3	9.5 ±6.0	4.3 ±3.4	6.3 ±2.4	1.5 ±1.0	1.3 ±1.0
Largo de raíces adventicias		2.8 ±1.5	2.4 ±1.0	1.4 ±1.0	25.5 ±2.0	3.4 ±1.3	0.9 ±0.2
No de raíces primarias			1.0 ±0.1	1.0 ±0.1	1.3 ±0.3	1.8 ±0.2	4.2 ±0.2
Largo de raíces primarias			2.6 ±3.4	6.0 ±4.8	8.8 ±3.7	13.4 ±3.4	18.0 ±1.4
Diámetro del bulbo (mm)		6.40 ±0.26	6.59 ±0.28	6.74 ±0.40	7.40 ±0.45	8.83 ±0.70	13.07 ±1.00
Largo de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					14.4 ±0.6	16.8 ±1.5	24.0 ±1.5
Ancho de la hoja más joven totalmente abierta (cm)					3.9 ±0.2	4.2 ±0.3	6.6 ±0.3
No de hojas totalmente abiertas					2.0 ±0.1	2.7 ±0.1	4.2 ±0.3
Peso seco del sistema radical (g)		0.1089 ±0.0139	0.1728 ±0.0138	0.2121 ±0.0387	0.3010 ±0.0480	0.3830 ±0.0308	0.8304 ±0.0819
Peso seco de la parte aérea (g)		0.1771 ±0.0129	0.3161 ±0.0234	0.4534 ±0.0990	0.6551 ±0.0647	1.1001 ±0.2184	2.8594 ±0.2209
Peso seco total(g)		0.2860 ±0.0973	0.4890 ±0.0614	0.6656 ±0.0517	0.9562 ±0.0191	1.4831 ±0.2985	3.6898 ±0.1895

Los números son el promedio y la desviación estándar de 24 plantas, excepto para los datos antes de la siembra que corresponden a 256 semillas germinadas.



Fig. 10. Desarrollo de plántulas de previvero de Deli x AVROS (37, 63, 77, 90 y 126 días de edad)



Fig. 11. Desarrollo de plántulas de previvero de Deli x Calabar (Ghana) (37, 63,77, 90 y 126 días)



Fig. 12. Desarrollo de plántulas de previvero de Deli x Ekona (37, 63,77, 90 y 126 días)



Fig. 13. Desarrollo de plántulas de previvero de Deli x Yangambi (37, 63,77, 90, 126 días)



Fig. 14. Desarrollo de plántulas de vivero de Deli x La Mé (37, 63,77, 90 y 126 días)

References

- ASD de Costa Rica S.A. 2000. Las variedades de palma aceitera producidas por ASD. Panfleto publicitario. 9 p.
- Corley, R. 1976. Germination and seedling growth. In. Oil Palm Research. Corley, R., Hardon, J. and Wood, B. (Eds.). Elsevier Scientific Publishing Co. The Netherlands. pp. 23-36.
- Hartley, C. 1988. The Oil Palm. 3d. Ed. Longman. UK.
- Rajanaidu, N. 1997. Sourcing of oil palm DxP planting material. The Planter, 73 (853): 161-162.

Asociación entre bajos contenidos de fósforo en el suelo y una reducción del diámetro del tronco de la palma aceitera

Floria Ramírez¹, Carlos Chinchilla, Juan Bulgarelli

Introducción

En Costa Rica, la mayoría de las plantaciones de palma aceitera han sido establecidas en suelos originados de deposiciones de ríos (Inceptisoles de origen aluvial). Sin embargo, recientemente la presión por expandir el cultivo ha llevado al uso de otros suelos como los derivados de aluviones de materiales volcánicos (Andisoles).

Los Andisoles del sur del país se caracterizan por ser poco profundos y tener bajos contenidos de bases y otros elementos (Alvarado *et al.* 2001). En el área sembrada de palma aceitera, se determinó que los suelos presentaban una fijación de fósforo mayor a 90% (y una disponibilidad menor a 10mg/l), y una alta cantidad de materia orgánica (12.5% promedio) (Salas 1998).

En una plantación comercial de cinco años de edad en estos suelos, se ha observado que el diámetro del tronco de las palmas ha venido decreciendo en forma clara, síntoma que se ha asociado con una deficiencia de fósforo (ARAB 2001). La deficiencia de P en palma aceitera no produce síntomas claros en el follaje (Chan 1982), pero la presencia de troncos que se adelgazan con los años (aparición piramidal), podría indicar una deficiencia severa del elemento. Aparte de una reducción en la capacidad de almacenamiento de nutrientes en el tronco, esta conformación de la planta limita el tamaño y posiblemente el número de racimos que puede acomodar.

La sospecha de la presencia de una deficiencia generalizada de fósforo en el área del andisol, que no estuviera siendo reflejada en los resultados de los análisis químicos del contenido de elemento en la hoja 17, recibió nueva evidencia de los resultados de un experimento con cantidades crecientes de P localizado en el mismo suelo. En el área del experimento, también se ha observado el fenómeno de reducción del diámetro del tronco, a pesar de haberse aplicado fósforo en altas cantidades (hasta 125 kg/ha/año), y de que los contenidos de P en la hoja 17 parecen normales o inclusive altos.

Martin y Prioux (1972) encontraron que la aplicación de P en palmas jóvenes (<3 años) aumentó el diámetro del tronco entre un 19 y 23%, pero es muy probable que el adelgazamiento del tronco de la palma aceitera con la edad sea el resultado, no sólo de bajos contenidos de P (y posiblemente desequilibrios con otros elementos), sino también de la acumulación de otros tipos de estrés sobre la planta, tal como una aeración inadecuada en el suelo (ARAB 2001).

¹ ASD de Costa Rica, framirez@numar.net

Notas sobre un ataque de ratas en palma aceitera en Costa Rica

Randall Torres¹, Albin Salazar

Introducción

La especie de ratas más común en las plantaciones de palma aceitera en Costa Rica es *Sigmodon hispidus*, la cual se alimenta principalmente de las bases peciolares de las hojas inferiores, y del bulbo basal de las palmas durante el primer año en el campo. Sin embargo, cuando las poblaciones son muy altas, las ratas pueden dañar severamente los racimos, aun verdes, en palmas que apenas empiezan a producir. *Zigodontomys* sp. es otra especie de ratas observada en plantaciones de palma aceitera, pero su importancia no ha sido documentada.

En general, el ciclo de vida de las ratas oscila entre 10 y 22 meses, y son animales muy prolíficos: alcanzan la madurez sexual en unos cuatro meses, y una hembra puede dar a luz camadas de 5-10 individuos cada 3-4 meses.

No se conoce con detalle todos los factores que regulan los ciclos de aparición de altas poblaciones de ratas, los cuales ocurren generalmente cada cinco años, y obligan a tomar medidas de combate inmediatas ante la amenaza de sufrir pérdidas considerables de palmas jóvenes y de las primeras cosechas de racimos. El daño causado por *S. hispidus* se concentra en palmas jóvenes durante los primeros 3-4 años después de la siembra. Al menos tres elementos favorecen el ataque de ratas en general durante este periodo:

- En el caso de *S. hispidus*, esta especie no tiene hábitos trepadores, por lo cual el daño se reduce conforme los racimos se producen a mayor altura en el tronco de la palma.
- Las variedades modernas de palma aceitera son muy precoces, por lo cual los primeros racimos se producen a poca altura.
- La cobertura de leguminosas (kudzu) y otras malezas ofrecen refugio a las ratas

En el año de 1999, se presentó en la región de Quepos (Pacífico central de Costa Rica) un aumento poblacional de ratas evidenciado por un fuerte daño en los racimos de plantas que apenas entraban en producción. Debido a este daño, la cosecha fue iniciada entre tres y seis meses después de lo programado en un área de aproximadamente 750 hectáreas. Durante el pico poblacional, se observaron hasta cinco hembras por cada macho, y una gran actividad diurna. Cuando la población de *S. hispidus* se encuentra regulada, la relación entre sexos es cercana a uno, y los animales mantienen una actividad nocturna.

Índice de capturas

Se colocaron trampas en transeptos, espaciadas cada 10 metros, con un mínimo de 100 trampas por hectárea. El éxito de capturas definido como la razón (en porcentaje) entre el número de capturas y el total de trampas colocadas fue superior al 60% en algunas áreas (Fig. 1), lo cual

¹ ASD de Costa Rica, rtorres@numar.net

indica una población muy alta. Un valor de 10% en el éxito de capturas es considerado alto en algunos cultivos como arroz y caña de azúcar; sin embargo, el valor crítico para palma aceitera es posiblemente más alto, probablemente mayor de 30%. Un porcentaje entre 60 y 80% de trampas activadas, se asoció con un daño de 30-40 % de los primeros racimos producidos por las plantas (primer año de cosecha).

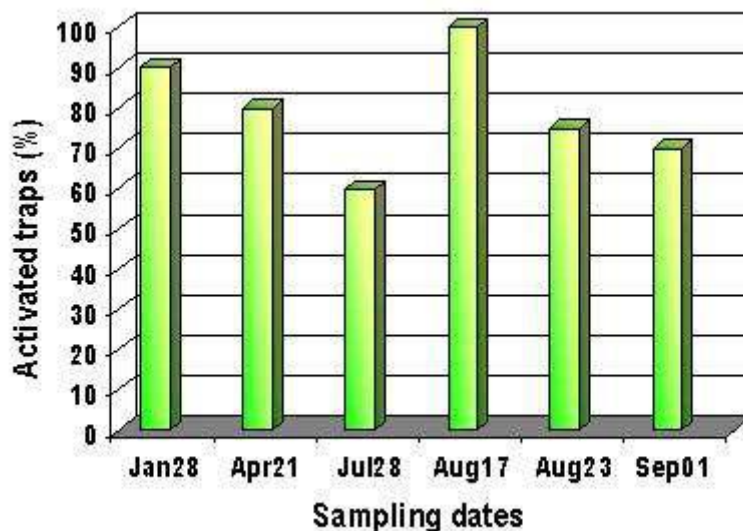


Fig. 1. Porcentaje de trampas activadas (eje 'y') por las ratas en una plantación de palma aceitera joven. Quepos, Costa Rica.

Manejo

Fue esencial considerar un enfoque integral, que abarcó el manejo del hábitat, y los componentes del control biológico y químico. El manejo del hábitat incluyó la búsqueda y modificación de aquellos sitios en donde se reproducían los animales, tales como montones de materia orgánica, y las paredes de drenajes sucios. El control de malezas fue mejorado tanto alrededor de las palmas como en las entre líneas. Otro factor que se consideró fue la posible migración hacia la plantación, de roedores que procedían de áreas vecinas con manejo deficiente de malezas.

En áreas de resiembra, los cúmulos de troncos de las palmas derribadas ofrecieron un ambiente particularmente favorable para la protección y reproducción de las ratas, que iniciaban desde allí sus ataques a las palmas de la nueva siembra (primer año). En estas áreas se hizo necesario realizar una poda sanitaria adelantada, que incluyó la eliminación de hojas viejas y de los racimos más cercanos al suelo.

Existen numerosos enemigos naturales de las ratas, pero una plantación comercial de palma aceitera raramente ofrece un ambiente favorable para las actividades de esta fauna benéfica, y su impacto es todavía menor cuando ocurre una explosión de la población de roedores. Como estrategia para ayudar a la actividad de las aves rapaces, se acostumbra instalar perchas de observación, que consisten en varas de bambú u otra planta, que sobresalen por encima del follaje de la palma. El trabajo de las rapaces se facilita si se mantienen limpios de malezas los anillos (rodajas) alrededor de las plantas. La ubicación de sitios de anidación para el buho *Tito*

alba dentro de la plantación, no ha sido practicada con éxito en las plantaciones de palma aceitera de América Central.

Un cebo anticoagulante de bajo costo fue fabricado con maíz quebrado (46 kg), Racumín en polvo (3 kg) y melaza de caña de azúcar (1 litro). Los ingredientes se mezclaron utilizando guantes y mascarilla, y el producto se colocó en bolsas plásticas (15-25 gramos), las cuales se rociaron con aceite de coco para disimular el olor humano provocado por el manipuleo. Los cebos se colocaron cerca de las madrigueras, y de caminos por donde transitaban los roedores. No tiene objeto colocarlos en áreas muy despejadas, pues estas son evitadas por las ratas por cuanto quedan expuestas a sus depredadores. En las áreas con ataques más fuertes se puso un cebo por planta, y en sitios con menor incidencia, se pusieron cebos solamente en las primeras 3-4 plantas de los bordes. Debido a la escasez de mano de obra para preparar el cebo con Racumin, en ocasiones se utilizaron cebos de brodifacoun, los cuales se ofrecen en presentaciones listas para ser usadas en el campo.

En términos generales, el costo del combate de los roedores fue de alrededor de 25 US\$/ha, y la reducción del daño hasta un nivel económicamente aceptable tomó cerca de ocho meses.

Este estudio documenta la situación de una reducción del diámetro del tronco en palma aceitera, que ha sido asociada a factores de suelo y nutricionales, particularmente a bajos contenidos de P en el suelo, y a una distribución anómala del elemento en la planta como un todo.

Edad de la palma y cambios esperados en el diámetro del tronco

La base de la palma aceitera mantiene un proceso de ensanchamiento sostenido durante los primeros años de vida, que comprenden la fase de vivero y los primeros años en el campo. El tronco completa virtualmente su crecimiento en grosor antes de que se elongen los entrenudos (Tomlinson, citado por Hartley (1997)). Fluctuaciones en el suministro de nutrientes pueden causar cambios en el diámetro del tronco (Turner y Gillbanks 1974).

Jacquemard (1979) siguió el crecimiento del tronco de una palma de origen Deli x La Mé entre los cuatro y medio, y ocho años de edad aproximadamente. El diámetro disminuyó gradualmente con la edad, y al final del periodo (poco menos de cuatro años), el ámbito de variación de los datos estuvo entre 51 y 33 centímetros, lo cual implicaba una reducción de unos 18 cm en promedio.

Según varios registros históricos de crecimiento de palmas madre Deli dura en Coto, el diámetro del tronco disminuía claramente entre los cinco y diez años de edad. El ámbito de las mediciones al final del periodo estuvo entre 54 y 43 cm en un grupo mayor a 700 palmas medidas, lo cual indicaba una reducción promedio de 11 cm en el periodo.

La tasa de engrosamiento del tronco con la edad, es un producto de la interacción de cada genotipo particular con el ambiente. El efecto del ambiente pudo ser estimado con los datos de crecimiento de un grupo de 52 palmas de un clon particular (lo cual reduce el efecto del genotipo), que fue plantado en 1990 en el área de Coto en Costa Rica. Cuando las plantas alcanzaron los cinco años de edad, el diámetro del tronco varió entre 49 y 67 centímetros.

Experimento de cantidades crecientes de fósforo

Este experimento se realiza con palmas Deli x AVROS sembradas en 1996 en un andisol con contenidos naturales de fósforo bajos (Cuadro 1). Los tratamientos son cantidades crecientes de P (0, 25, 50, 75, 100 y 125 kg/ha/año), las cuales se aplicaron en su totalidad durante el año 2000, y un 50% hasta octubre del 2001, fecha en que se escribe este documento. Las aplicaciones han sido dirigidas al cúmulo de hojas (arrume) de la poda y cosecha. El experimento se inició a finales de 1998, y durante 1999 se hizo un intento por nivelar la fertilidad de las parcelas, las cuales recibieron diferentes cantidades de los distintos elementos, según los contenidos que mostraron en un análisis de suelo previo. Durante este periodo, se aplicó según la parcela, desde 40 hasta 80 kg de P/ha/año.

Durante el transcurso del experimento se han hecho varios análisis químicos del tejido foliar, y la concentración de P en la hoja 17 ha sido adecuada, o bien relativamente alta (Cuadro 2). No obstante, el fenómeno de una reducción en el diámetro del tronco ha venido aumentando con los años. El diámetro del tronco, según se asocia con las cantidades de P aplicadas en el experimento se muestra en la figura 1.

Cuadro 1. Análisis de la fertilidad del suelo en una parcela de palma aceitera sembrada en un andisol, donde se aplicaron cantidades crecientes de fósforo (datos del 2001 durante la estación de menos lluvias)

P	Cmol/l							mg/kg					
	pH	K	Ca	Mg	Al-int	acidez	CICE	P	Fe	Mn	B	Cu	Zn
0	5.24	0.26	4.69	1.07	0.08	0.13	6.23	4.14	38.69	7.41	5.67	6.56	13.24
25	5.26	0.08	3.34	0.63	0.08	0.13	4.24	1.16	35.82	5.75	5.40	4.11	10.20
50	5.16	0.09	3.78	0.72	0.05	0.10	4.80	0.65	30.55	5.94	5.76	5.84	11.60
75	5.19	0.28	3.64	0.80	0.09	0.17	4.97	5.04	33.37	4.81	5.53	7.98	13.93
100	5.22	0.11	4.21	0.88	0.09	0.16	5.43	4.58	30.86	6.12	5.40	9.35	15.52
125	5.25	0.10	3.99	0.81	0.05	0.12	5.09	4.02	35.07	4.02	5.88	6.82	12.62

La tendencia a una reducción en el diámetro del tronco con el tiempo es clara en la figura uno, en donde también es evidente que aún las cantidades mayores de fósforo aplicadas, no han logrado hasta ahora revertir la situación. Tampoco se ha observado que los contenidos de P en la hoja 17 reflejen las cantidades crecientes añadidas del elemento.

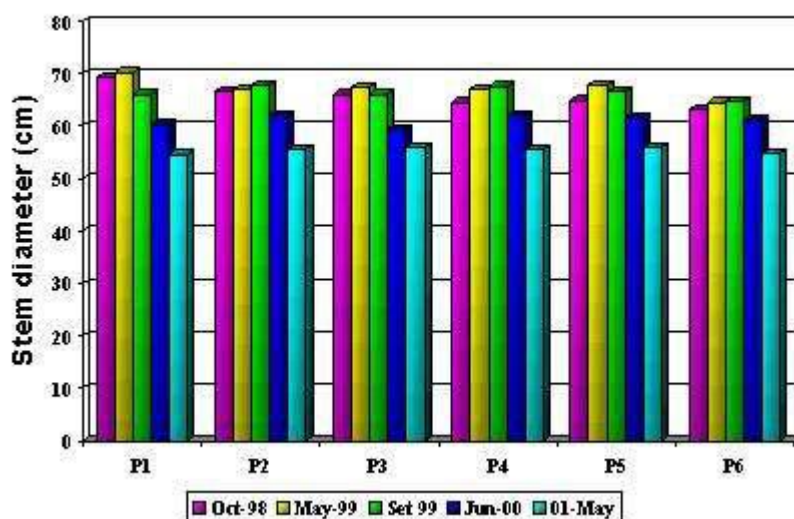


Fig. 1. Diámetro del tronco (cm) a la altura de la hoja 41 (eje 'y') y cantidades crecientes aplicadas de fósforo (0, 25, 50, 75, 100 y 125 kg/ha/año. Palma sembradas en 1996

Crecimiento del tronco de las palmas en dos suelos con diferente disponibilidad de fósforo

El patrón de crecimiento de palmas de dos variedades que crecían en el andisol (con bajos contenidos de P disponible), se comparó con otras que se desarrollaban en un inceptisol con cantidades razonables de P disponible (alrededor de 20 ppm). En esta última área, el síntoma de troncos piramidales era poco común y menos manifiesto (menor grado de reducción del

diámetro). La primera área será referida en adelante simplemente como el andisol y la segunda como el inceptisol.

Cuadro 2. Concentración de nutrientes en la hoja 17 de palmas aceiteras sembradas en un andisol en 1996, y en donde se realizaba un experimento de respuesta a cantidades crecientes de fósforo- kg/ha/año- (datos durante la estación de menos lluvias en el 2001)

P aplicado	%							mg/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo	Al
0	2.55	0.16	0.75	0.87	0.28	0.17	41.9	151	16.8	2.82	12.57	0.12	19
25	2.48	0.17	0.79	0.88	0.26	0.17	34.6	184	20.3	2.58	11.81	0.30	15
50	2.42	0.18	0.79	0.93	0.31	0.17	49.2	203	26.9	2.86	13.73	0.12	24
75	2.47	0.17	0.78	0.89	0.31	0.17	41.5	222	19.2	2.86	12.99	0.12	21
100	2.58	0.16	0.68	0.92	0.25	0.17	31.3	127	20.6	2.60	11.76	0.12	16
125	2.55	0.18	0.75	0.99	0.33	0.18	43.6	223	20.6	2.99	16.04	0.12	23

En el andisol se escogieron dos lotes, y se midieron 161 palmas DelixAVROS y 219 DelixEkona seleccionadas al azar, para obtener una distribución de frecuencias del fenómeno de reducción en el diámetro del tronco. Estos datos se compararon con los obtenidos de 100 palmas de cada variedad medidas en el inceptisol.

El diámetro del tronco fue medido a la altura de las bases peciolares de las hojas 41 y 81, y los resultados se expresaron como la razón (S) entre estas mediciones: valores de la razón inferiores a uno indican un tronco que ha disminuido su diámetro con el tiempo. Para efectos de comparación se asumió que un valor de S menor a 0.8 indicaba un tronco con tendencia piramidal.

El porcentaje de plantas con tendencia piramidal ($S < 0.8$) en el inceptisol fue de 28% para la variedad AVROS, y 8% para Ekona. En el andisol, el porcentaje de palmas piramidales en AVROS y Ekona fue similar (53% y 56% respectivamente) (Fig. 2).

La tendencia a una reducción en el diámetro del tronco se ha mantenido en el andisol, a pesar de que los contenidos de P en la hoja 17 en toda el área (sin distinción de la condición del tronco) han sido considerablemente altos (0.20-0.21%). En contraste, en el inceptisol, en donde el síntoma de troncos piramidales es poco común y más leve, los contenidos de P en la hoja 17 han sido menores (0.18-0.19%). En el área de estudio, los análisis rutinarios de tejido foliar se hacen durante la época seca.

Crecimiento vegetativo y contenidos nutricionales en palmas normales y con troncos piramidales

Crecimiento. El crecimiento vegetativo de palmas Ekona (7 años de edad) con troncos normales en el inceptisol, se comparó con otro grupo de palmas (5 años de edad) con troncos piramidales en el andisol. Para complementar los datos, se tomaron muestras de la hoja 17, y de tejido del

tronco a la altura de las bases peciolares de las hojas 41 y 81. Las muestras del tronco (virutas) fueron extraídas con un taladro, y las heridas fueron cerradas con un tapón de madera sólida y tratadas con insecticida y fungicida. El muestreo se realizó en el mes de agosto, que corresponde a un periodo de alta precipitación pluvial.

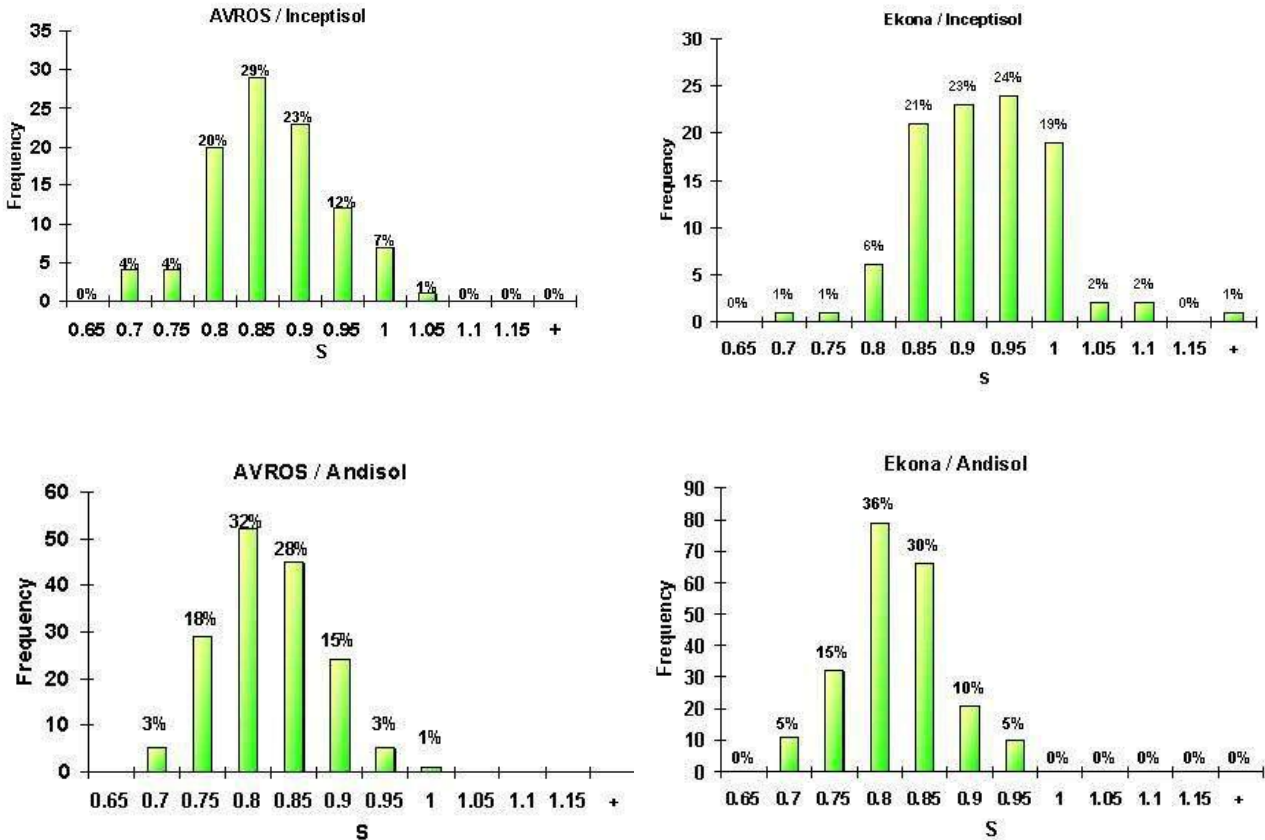


Fig. 2. Distribución de frecuencias (eje 'y') del diámetro del tronco en dos variedades de palma aceitera (Deli x AVROS y Deli x Ekona) sembrados en dos suelos (andisoles e inceptisoles). 'S' es la razón entre el diámetro del tronco a la altura de las bases de las hojas 41 y 81 en la filotaxia. La cantidad de P disponible en el suelo (Mehlich 3) en el inceptisol y el andisol estaban alrededor de 20 y 5 ppm. Las palmas en el inceptisol tenían siete años y las del andisol, cinco años de edad.

Se tomaron muestras de 15 palmas en cada categoría (troncos normales y piramidales), excepto en la categoría de palmas piramidales en el inceptisol, en donde sólo se localizaron siete palmas con este problema en el área de muestreo. Los resultados fueron comparados mediante una prueba de t de Student.

En general, la tendencia a un crecimiento piramidal de los troncos fue más pronunciada en el andisol. Más aun, la categoría de palmas consideradas normales en el andisol ($S > 0.84$) tenía definitivamente troncos más ahusados que la categoría correspondiente (troncos normales) en el inceptisol ($S = 0.93$). Esto indica que la condición de reducción del diámetro del tronco con la edad en el andisol, era más o menos generalizada en toda el área. Una comparación de las medias

con la prueba de "t" entre las palmas normales del inceptisol, y las así denominadas en el andisol, dio resultados altamente significativos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diámetros del tronco en palmas normales y con tendencia piramidal

		A la altura de la hoja 41			A la altura de la hoja 81			S ¹		
		Diámetro del tronco (cm)								
Suelo		Piramidal	Normal	P	Piramidal	Normal	P	Piramidal	Normal	P
Andisol		58.8	61.7	n.s.	78.0	73.6	n.s.	0.75	0.84	**
Inceptisol		52.6	54.7	n.s.	69.0	59.2	**	0.76	0.93	**
	P	**	**		**	**		n.s.	**	
		Longitud del raquis (cm)			PxS (cm ²)			Area foliar (m ²)		
Inceptisol		579	602	n.s.	13.8	17.0	*	7.54	8.62	*
Andisol		535	530	n.s.	12.6	12.6	n.s.	7.98	7.42	n.s.
	P	*	**		n.s.	**		n.s.	**	

1. S = Razón entre el diámetro del tronco a la altura de las hojas 41 y 81

2. P = probabilidad (prueba t de Student)

Dentro del inceptisol, el valor de la sección transversal de peciolo de la hoja 17 (PxS), y el área foliar fueron estadísticamente mayores en las palmas normales con respecto a las piramidales. No obstante, no se encontraron diferencias significativas al comparar las palmas denominadas normales y las piramidales en el andisol.

El desarrollo del tronco (grosor) es definitivamente mayor en las palmas en el andisol, donde incluso las palmas piramidales son más gruesas que las normales en el inceptisol. El significado de esto no puede determinarse a partir de los datos actuales, pues habría que obtener datos adicionales, tales como el contenido de materia seca en cada situación. No obstante, se podría concluir que en el andisol existen condiciones para un desarrollo más vigoroso de la palma aceitera, y las características físicas del suelo son las que pueden hacer la diferencia, particularmente en lo referente a una mejor aeración, producto de la rápida infiltración del agua de lluvia, que permite a su vez una rápida evacuación del agua en exceso cuando las condiciones topográficas lo permiten. Estudios de la zona del inceptisol permitieron determinar que el drenaje era un factor limitante para el crecimiento del cultivo. La situación que está favoreciendo la reducción del diámetro del tronco en el andisol parece entonces puramente nutricional.

Concentración de elementos nutricionales en el tronco. Los contenidos de P en la hoja 17 en el muestreo de agosto fueron solo ligeramente mayores en las palmas que crecían en el andisol, y no se observaron diferencias entre palmas normales y piramidales (Cuadro 4). En todos los casos los valores pueden considerarse bajos, lo cual se explica en parte por la época del muestreo, que corresponde a una situación de suelos saturados de humedad que afecta la absorción del elemento por las plantas.

El contenido de P en la parte superior del tronco (altura de la hoja 41) fue mayor que en la parte inferior (hoja 81). En el inceptisol, el contenido de P en la parte superior del tronco de palmas normales, fue el mayor en las cuatro categorías de palmas estudiadas. Ya se hizo notar que las palmas catalogadas como normales en el andisol tenían una tendencia piramidal.

Cuadro 4. Contenido de nutrientes en la hoja 17 y en dos secciones del tallo (a la altura de las bases de las hojas en posición 41 y 81) en palmas de la variedad Deli x Ekona que crecían en un suelo andisol con bajos contenidos de fósforo disponible (<5 ppm) y en un inceptisol con mayores contenidos del elemento (cerca de 20 ppm)

Hoja	Inceptisol						Andisol					
	Tallos normales			Tallos piramidales			Tallos normales			Tallos piramidales		
	17	41	81	17	41	81	17	41	81	17	41	81
P(%)	0.12	0.15	0.08	0.12	0.12	0.10	0.13	0.10	0.09	0.13	0.11	0.09
K(%)	0.70	1.81	2.12	0.65	1.80	2.08	0.66	1.62	1.46	0.75	1.76	1.64
N(%)	1.76	0.59	0.50	1.83	0.46	0.51	1.97	0.73	0.52	1.94	0.63	0.50
N/K	2.5	0.33	0.24	2.81	0.26	0.24	2.98	0.45	0.36	2.59	0.36	0.30
Zn(ppm)	29	35	32	26	41	21	21	52	36	29	45	29
P/Zn	41	43	25	46	29	48	62	19	25	45	24	31

El contenido de potasio en la hoja 17 también se puede considerar bajo en las cuatro categorías de palmas, lo cual fue debido en parte a la época de muestreo. El contenido de K en el tronco fue mayor en el inceptisol en ambas categorías de plantas, lo que puede indicar que también este elemento está involucrado en el adelgazamiento del tronco en el andisol, tal como fue notado por Chan (1982a).

El gradiente de K en el tronco aparece invertido con respecto al P en el inceptisol (la concentración de K es mayor en la base). No obstante, en el andisol, la situación del K fue similar a la del P, en donde la concentración del primer elemento era mayor en la parte superior del tronco.

El contenido de nitrógeno en el tronco a la altura de la hoja 41 fue superior en el andisol. En el tronco, particularmente en su parte basal, tiende a haber más nitrógeno con respecto al potasio en el andisol.

La relación P/Zn en la hoja 17 y en la parte superior del tronco (altura de la hoja 41) fueron similares en las palmas normales del inceptisol (43 en el tronco y 41 en la hoja 17). En las palmas dentro de las otras tres categorías (piramidales en el inceptisol y normales y piramidales en el andisol) parece existir mucho P con respecto al Zn en la hoja 17, cuando esta relación se compara con la observada en la parte superior del tronco. Esta situación podría estar indicando algún problema en el movimiento del P (y otros elementos) dentro de los diferentes órganos de la planta.

Si consideramos a las palmas de tronco normal en el inceptisol como el patrón comparativo normal, entonces debería esperarse que la relación P/Zn sea similar en la hoja 17 y en la parte superior del tronco. Esta relación se vería alterada en favor del P en la hoja 17, en palmas en donde existen problemas que conducen a la formación de troncos piramidales en palma aceitera.

Queda entonces por confirmar que la relación P/Zn en la hoja 17 es un mejor indicador del estado de estos elementos en la planta.

La situación de los nutrientes a lo largo del tronco en las palmas en el andisol podría indicar la existencia de desequilibrios entre varios elementos, particularmente el P, el K, el N y el Zn, lo cual se asocia con una reducción del diámetro de este órgano de la planta.

Conclusiones

El contenido de fósforo en la hoja 17, podría no reflejar la disponibilidad de este elemento para la palma como un todo en algunos suelos.

La información sobre el crecimiento vegetativo de las palmas en un andisol, cuyo contenido de P disponible era bajo, apoya la idea de que el contenido foliar de este elemento en la hoja 17 (que en otras circunstancias puede considerarse adecuado o inclusive alto), podría estar asociado en parte, a un efecto de concentración en el tejido debido a un menor desarrollo del follaje. Contrariamente, estas plantas tienen un volumen de tronco mayor incluso que el de palmas de troncos normales en un suelo con contenido razonable de fósforo. La aparente inconsistencia de estos datos puede tener su origen en las buenas características físicas del andisol, que propician un crecimiento inicial muy vigoroso, que sin embargo, no puede ser sostenido si no se propicia un suministro adecuado y constante de nutrimentos, dada la baja fertilidad natural de estos suelos.

Una práctica comercial consiste en agregar 750 g de DAP al hoyo de siembra, lo cual constituye una fuente de P de fácil utilización por la planta durante su establecimiento. Posteriormente, se realizan varias fertilizaciones que incluyen fósforo y otros elementos, los cuales son colocados en una banda limitada alrededor del joven tronco, para facilitar la obtención de los elementos por parte de la planta. No obstante, conforme la planta crece la banda de fertilización se va ensanchando, e incluso parte del fertilizante se aplica sobre el arrume de hojas de la cosecha, lo cual crea un problema de fijación de una cantidad cada vez mayor del fósforo aplicado. El resultado es una reducción paulatina del diámetro del tronco, y un menor desarrollo del follaje. Una posible forma de evitar esta situación es manteniendo una banda definida de fertilización para satisfacer la alta fijación del fósforo del suelo, lo cual probablemente constituye una solución cara al problema.

En el inceptisol, las características físicas no son tan buenas y limitan el potencial de crecimiento, pero la fertilidad es mejor, y no existen problemas serios de fijación de P. Los troncos aunque de menor diámetro mantienen una tendencia cilíndrica con los años.

El estudio de este caso puede efectivamente indicar que un suministro inadecuado de fósforo a través de toda la vida de la planta está asociado a la presencia de troncos de forma piramidal en palma aceitera. No obstante, otros desequilibrios nutricionales que involucran al fósforo, y otros elementos como el potasio, el nitrógeno y el zinc, podrían también estar involucrados en el fenómeno. La relación entre el P y el Zn en particular, posiblemente refleje mejor el estado de estos elementos en la planta.

Literatura

- Alvarado, A.; Bertsch, F.; Bornemisza, E.; Cabalceta, G.; Henriquez, C.; Mata, R.; Molina, E.; Salas, R. 2001. Suelos derivados de cenizas volcánicas de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- ARAB. 2001. Pocket guide: Identifying and treating nutrient deficiencies and other disorders in the oil palm (*Elaias guineensis*). Agricultural research and advisory bureau. www.arabis.org
- Chan, K.W. 1982. Phosphorus requirement of oil palm in Malaysia: fifty years of experimental results. In: E. Pushparajah; Sharifuddin H.A. Hamid (Eds). Phosphorus and Potassium in the Tropics. Malaysian Society of Soil Science, Kuala Lumpur. p 395-423.
- Chan, K.W. 1982a. Potassium requirement of oil palm in Malaysia: fifty years of experimental results. In: E. Pushparajah; Sharifuddin H.A. Hamid (Eds). Phosphorus and Potassium in the Tropics. Malaysian Society of Soil Science, Kuala Lumpur. p 323-423.
- Hartley, C.W.S. 1977. La Palma de aceite. Compañía editorial continental, S.A. de C.V., México. 958 p.
- Martin, G.; Prioux, G. 1972. Les effets de la fumure phosphatée sur le palmier a huile au Brésil. *Oleagineux*, 27(7): 351-354.
- Salas, R. 1998. Curvas de adsorción de P en suelos andisoles de la compañía Palma Tica. Informe de consultoría. Departamento de Agronomía, PIPA, Coto 47. 9p.
- Von Uexkull, H.R.; Fairhurst, T.H. 1991. Fertilising for high yield and quality- The oil palm. IPI Bulletin No.12. Int. Potash Inst., Switzerland pp.79.