

Material de Desarrollo Avanzado en Viveros de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). II. Condiciones del Sustrato¹

C.H. Umaña*, C. Chinchilla*, D.L. Richardson*

ABSTRACT

Two tests were carried out in Coto 54, Costa Rica (1988) sowing Tanzania x Deli seeds (TAN 546:264 D x C30:45D) in seed beds in December 1987, with transplanting to nurseries in February 1988. Experiments evaluated nursery and field growth (morphometric development), over 18 months and one year respectively, and bearing characteristics. Experiments evaluated nursery and field growth and bearing characteristics of advanced-stage nursery palms grown in four different potting mixtures (soil, soil + rice husk, soil + cracked oil palm shell, and soil + oil palm mesocarp fiber); two bag sizes (40 x 53 cm and 51 x 61 cm); and two levels of fertilization. Plants were spaced 1.5 m apart. The proportion of soil and filler used was 1:3 on a volume basis. The soil + rice husk potting mixture produced plants with slow growth in both the nursery and the field phase. Although the best nursery growth was obtained with the soil-only potting mix, field growth of palms grown on the palm shell and mesocarp fiber mixes was not greatly different from palms grown on the soil tester. Plants grown in the larger bags and receiving the higher level of fertilizer had better growth in the nursery. This growth advantage, however, tended to disappear after one year in the field. Precocity for early bunch production was mainly affected by the type of potting mix used, but best early production was obtained on the soil-only substrate in large sized nursery bags.

INTRODUCCION

La siembra de plantas de vivero en estado avanzado de desarrollo es ventajosa para reducir el período improductivo después del trasplante (3,4,5). Pueden obtenerse plantas con mayor crecimiento vegetativo en el vivero al aumentar el espaciamiento entre ellas y al utilizar bolsas de mayor tamaño, en combinación con un incremento en el período de vivero. Estas prácticas crean problemas

¹ Recibido para publicación el 22 de enero de 1991.

* Compañía Palma Tica, Programa de Investigación en Palma Aceitera, Apartado 30, San José 1000, Costa Rica.

COMPENDIO

Dos ensayos fueron realizados (1988) en Coto 54, en Costa Rica, con la siembra en pre-vivero de semillas Tanzania x Deli (TAN 546:264D x C30:45D), en diciembre de 1987 y su trasplante a vivero en febrero de 1988. Se estudió el crecimiento (desarrollo morfométrico) en vivero (18 meses) y campo (un año) después del trasplante, así como la precocidad de plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), desarrolladas en cuatro sustratos -suelo y suelo en mezcla (1:3) con granza de arroz, mesocarpio y endocarpio quebrado de frutos de palma aceitera-, dos tamaños de bolsa (40 x 53 cm y 51 x 61 cm) y dos niveles de fertilización -práctica normal y el doble-. Las plantas se espaciaron a 1.5 m en el vivero. Las tres mezclas de suelo y relleno causaron una reducción en el desarrollo vegetativo, tanto aéreo como radicular, con respecto de las plantas crecidas en el suelo sin mezcla. Sin embargo, el tratamiento suelo más mesocarpio fue el más similar al testigo durante el vivero y la fase de campo. Un año después del trasplante las diferencias entre los tratamientos tendieron a desaparecer. Bolsas de mayor tamaño promovieron un mayor desarrollo que en las convencionales, pero la relación entre peso seco aéreo y radicular se mantuvo más o menos constante independientemente del tratamiento. Un aumento en la fertilización mejoró el crecimiento vegetativo en vivero, especialmente cuando se utilizó como sustrato la mezcla de suelo y un material pobre en nutrientes como la granza y el mesocarpio. Sin embargo, las diferencias entre tratamientos tienden a desaparecer en plantas de un año en el campo. El cruce Tanzania x Deli utilizado exhibe una marcada precocidad; algunas plantas iniciaron la producción de racimos muy temprano a los tres meses después del trasplante. No obstante, la precocidad fue afectada por el sustrato y el tamaño de la bolsa utilizada en vivero; plantas desarrolladas en bolsas grandes y suelo como sustrato fueron más precoces.

nuevos, relativos al manejo de bolsas y plantas de mayor tamaño y peso (4). El uso de un material de relleno de baja densidad en mezcla con el suelo, ofrece una solución al problema de la manipulación al momento de la siembra.

El mantenimiento de plantas en el vivero por períodos prolongados, ocasiona el rompimiento durante el trasplante de gran cantidad de raíces que han crecido fuera de las bolsas, lo que acentúa el estrés después de la siembra.

En este trabajo se estudió el desarrollo vegetativo y la precocidad de material avanzado de siembra en las fases de vivero y campo, según fue afectado por el tamaño de la bolsa, el sustrato y la fertilización en el vivero.

MATERIALES Y METODOS

En ambos ensayos se utilizaron cuatro materiales de relleno -endocarpo quebrado y fibra de mesocarpo seco de palma aceitera, granza de arroz y suelo- y dos tipos de bolsas: normales, 40 x 53 cm, y grandes, 51 x 61 centímetros. Además en el segundo ensayo se usaron dos niveles de fertilización (Cuadro 1). Las bolsas fueron llenadas con suelo aluvial (franco-arcilloso) mezclado con el material de relleno, en una proporción 1:3, respectivamente.

En el vivero las bolsas fueron espaciadas y distribuidas en triángulo a 1.5 metros entre sí, para reducir el efecto de competencia en las últimas etapas de desarrollo. Durante la época seca se suministró riego por aspersión, para asegurar una lámina mínima de ocho milímetros por día.

Cuadro 1. Programa de fertilización durante la fase de vivero.

DDS ⁺	Fórmula (N-P-K)	Niveles de fertilización (g · planta ⁻¹)	
		Uno	Dos
117	18-46-0	1	2
138	18-46-0	1	2
173	18-46-0	7	14
201	18-46-0	7	14
229	15-15-15	14	28
266	15-15-15	14	28
295	15-15-15	21	42
321	15-15-15	21	42
355	15-15-15	28	56
394	15-15-15	28	56
420	15-15-15	28	56
446	15-15-15	28	56
477	15-15-15	35	70
502	15-15-15	35	70
530	15-15-15	35	70

+ DDS = Días después de la siembra en previvero: 117 días corresponden a un mes del trasplante del pre-vivero al vivero. No se incluye la fertilización en pre-vivero.

Ensayo A. Producción de materia seca radicular y aérea

En este experimento se determinó el peso seco de la parte aérea y de las raíces que crecieron dentro de las bolsas, según el tamaño de la bolsa y el material de relleno. Se realizó también una evaluación del peso de las raíces fuera de la bolsa, al cumplir las plantas 18 meses de edad. El total de plantas sembradas fue de 72: tres plantas por repetición de cada uno de los ocho tratamientos (cuatro materiales de relleno por dos tamaños de bolsa), en tres evaluaciones a los 12, 15 y 18 meses después de la siembra. Para efectos de análisis, se consideró como un diseño irrestricto al azar.

Al cumplir 15 meses de edad, las plantas fueron puestas dentro de sacos grandes de yute llenos de suelo, para poder cuantificar el peso de las raíces que crecieron fuera de las bolsas de vivero. En este momento, las raíces ya habían crecido ligeramente fuera de aquellas, por lo que fueron quebradas al realizar la operación.

En cada muestreo se tomaron tres plantas por tratamiento, a las que se les lavó cuidadosamente las raíces con agua de presión para eliminar el suelo y el material de relleno. Posteriormente el follaje y las raíces fueron partidas y desecadas a 105°C por 48 horas.

Ensayo B. Desarrollo vegetativo durante el vivero y el campo

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en un arreglo factorial (cuatro rellenos por dos tamaños de bolsas por dos niveles de fertilización), con 25 repeticiones, una planta por repetición y sin bordes, para un total de 400 plantas.

Medidas de crecimiento de rutina (2) se tomaron a los 3.5, 7.1, 9.5, 12.4 y 17.1 meses después de la siembra (MDS) y se efectuó el trasplante al campo a los 17.3 meses después de la siembra. Durante las tres primeras evaluaciones en el vivero (etapa de rápido crecimiento), se recolectaron datos en todas las hojas para estimar el área foliar total producida. Durante las dos últimas evaluaciones se estimó solamente el área de la hoja número uno.

En marzo de 1989 este ensayo fue llevado al campo definitivo, donde se sembró a una densidad de

570 plantas.ha⁻¹ (4.5 metros entre plantas en triángulo), manteniendo los parámetros de diseño del vivero. Las plantas serán raleadas (143 plantas.ha⁻¹) al cumplir dos años de edad. Durante este período se evalúan los parámetros vegetativos de rutina cada seis meses así como la precocidad y la producción de racimos.

Una primera evaluación de precocidad se realizó seis meses después del trasplante, contando el número de inflorescencias femeninas y masculinas y los racimos por planta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ensayo A. Acumulación de peso seco radicular y aéreo en el vivero

En la evaluación realizada a los 15 MDS, una parte de las raíces habían ya perforado las bolsas de vivero pero no fue posible cuantificarlas, pues en esa

fecha no habían sido llevadas aún a los sacos, que permitieron obtener y pesar estas raíces. Las raíces fuera de la bolsa, obtenidas a los 18 MDS, representan entonces básicamente el crecimiento en el periodo entre los 15 y 18 meses de edad.

La inmersión completa de las bolsas dentro del suelo del saco, ocasionó que algunas raíces se desarrollaran afuera a través de los costados de aquellas. Esta situación no sucede normalmente en un vivero, por lo cual la proporción de raíces que salieron de las bolsas en este ensayo, es un hecho ligeramente diferente a lo que normalmente ocurre en estos casos. Sin embargo, en la mayoría de las plantas, el mayor porcentaje de raíces fuera de la bolsa creció a través del fondo y, en particular, por los extremos.

Los tres materiales de relleno utilizados en mezcla con suelo causaron una reducción en el crecimiento aéreo y radicular, con respecto de las plantas desarrolladas en bolsas con suelo únicamente. Tanto

Cuadro 2. Peso seco radicular y aéreo (g) de plantas de vivero Tanzania x Deli de tres edades. Crecimiento en cuatro sustratos y dos tamaños de bolsa.

Tratamiento ⁺⁺	Meses después de la siembra									
	12			15			18			
	Raíces	Parte aérea	Masa total	Raíces	Parte aérea	Masa total	Raíces en la bolsa	Raíces fuera de la bolsa	Parte aérea	Masa total
Sustrato ⁺										
Suelo	126.70a	566.09a	692.79	288.63a	1 204.47a	1 493.10	524.92a	88.32	1 807.50a	2 420.7
Cascarilla	115.75ab	427.25b	543.00	205.72b	862.82b	1 068.53	388.33b	55.93	1 475.98a	1 920.2
Fibra	94.07b	433.09b	527.17	199.61b	949.31ab	1 148.91	366.85b	55.05	1 407.45a	1 829.4
Granza	86.83b	377.24b	464.06	194.35b	855.88b	1 050.23	350.89b	50.02	1 306.47b	1 707.3
Bolsa										
A:40 x 53 cm	98.51	426.55	525.06	205.95	936.15	1 142.10	342.22	57.26	1 316.62	1 656.84
B:51 x 61 cm	113.17	475.28	588.45	238.20	1 000.09	1 238.29	473.33**	67.40	1 684.08*	2 157.31
Sustrato/bolsa										
Suelo/A	121.42	539.96	661.38	277.37	1 178.20	1 455.57	454.67bc	76.63	1 627.07	2 158.37
Suelo/B	131.98	592.21	724.19	299.90	1 230.73	1 530.63	595.17a	100.00	1 987.93	2 683.10
Cascarilla/A	111.15	403.57	514.72	204.30	870.70	1 075.00	237.50d	37.80	1 054.23	1 329.53
Cascarilla/B	120.36	450.92	571.28	207.13	854.93	1 062.07	539.17ab	74.07	1 897.73	2 510.97
Fibra/A	81.49	403.22	484.71	177.13	930.50	1 107.63	361.20cd	60.33	1 379.00	1 800.53
Fibra/B	106.65	462.97	569.62	222.08	968.12	1 190.19	372.50cd	49.77	1 435.90	1 858.17
Granza/A	79.97	359.44	439.41	165.00	765.20	930.20	315.53cd	54.27	1 198.17	1 568.57
Granza/B	93.68	395.03	488.71	223.70	964.57	1 170.27	386.07c	45.77	1 414.77	1 846.61

+ Una parte del suelo y tres partes de sustrato (suelo, granza de arroz, fibra de mesocarpo y endocarpo de frutos de palma aceitera).

++ ANDEVA para cada fecha. Valores son el promedio de tres plantas. Letras iguales indican que no hay diferencias (Duncan: P = 0.05) entre las medias * P = 0.05, ** P = 0.01).

el peso seco radicular como el del follaje fueron adversamente afectados (Cuadro 2 y Fig. 1). A los 18 meses de edad, el peso de raíces y de follaje de las plantas en el sustrato de granza en mezcla con suelo, fue de 65% y 72% respectivamente del obtenido en el tratamiento de control de suelo sin mezcla. Las diferencias observadas en peso radicular fueron entre el suelo y los otros tres sustratos, pero no hubo diferencias significativas en el desarrollo radicular entre los sustratos. No obstante, el peso seco radicular en algunos tratamientos (especialmente fibra y suelo), puede haber sido subestimado ante la dificultad de separar las raíces de este sustrato durante el lavado, lo que condujo a un más alto porcentaje de pérdida de raíces.

La materia seca total de las plantas de control fue aproximadamente un 32% superior a la media de los tratamientos con mezclas de relleno. Después del suelo, el mejor tratamiento fue la mezcla de cascarilla y suelo en bolsas grandes (Fig. 1).

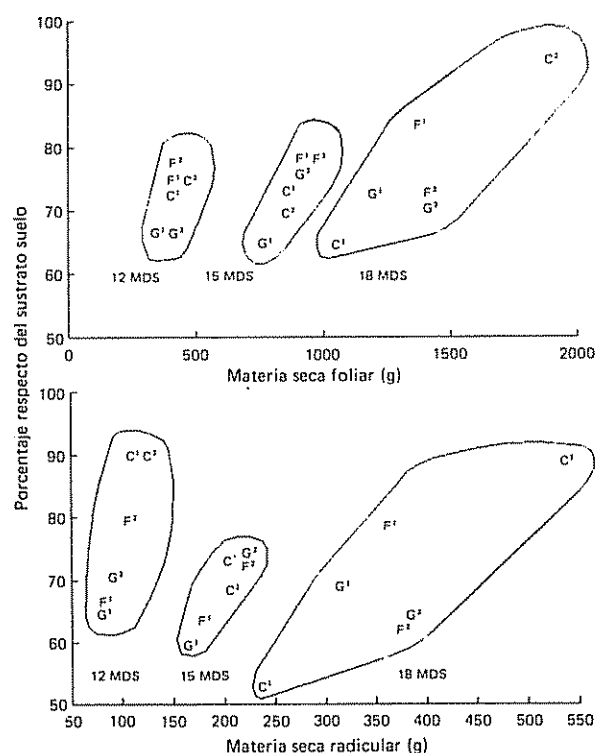


Fig. 1. Relación entre el peso de materia seca de plantas de palma aceitera (Kigoma x Deli), a los 12, 15 y 18 meses después de la siembra (MDS) bajo tres sustratos en mezcla con suelo, y dos tamaños de bolsa (Bolsas: 1 = 40 x 53 cm, 2 = 51 x 61 cm; sustratos G = granza de arroz, F = fibra de mesocarpo y C = endocarpo quebrado).

El efecto negativo de los materiales de relleno sobre el crecimiento se explica parcialmente por la alta proporción de relleno de suelo usado en las mezclas (3:1); por lo que una mayor proporción de suelo y/o una fertilización extra podría reducir las diferencias entre el control y los tratamientos.

El efecto detrimental de la granza de arroz, así como de los racimos vacíos de palma utilizados como sustratos en bolsas de vivero, fue también observado por Hashin *et al.* (4). Estos autores atribuyeron el efecto a una pobre capacidad de retención de agua de estos materiales. Una situación similar se podría estar presentando en el caso de la mezcla de endocarpo quebrado y suelo.

En los tratamientos con mesocarpo de fruto de palma aceitera se observó un efecto detrimental durante los primeros meses de crecimiento, caracterizado por un amarillamiento pronunciado del follaje. Este efecto se debió, probablemente, a residuos de aceite en la fibra lo que condujo a una muy alta relación C/N, con la consecuente reducción del nitrógeno disponible para la planta. Esta situación podría obviarse permitiendo una apropiada descomposición microbiana del sustrato, antes de ser utilizado.

El peso total de las bolsas con los diferentes materiales de relleno no fue determinado, pero resultó evidente su considerable reducción cuando parte del suelo fue sustituido con cualquiera de los otros tres rellenos. Esto facilitó enormemente el manejo de las plantas durante el trasplante. Sin embargo, la agresividad de las colonias de hormigas desarrolladas con preferencia en las bolsas con rellenos, dificultó en parte la manipulación de las plantas.

La proporción entre peso seco radicular total y aéreo (23%), se mantuvo razonablemente constante en todos los tratamientos de relleno, durante las dos primeras evaluaciones (12 y 15 MDT). Sin embargo, durante la primera evaluación, la mezcla de suelo y cascarilla aparentemente promovió un crecimiento más rápido del sistema radicular, diferencia que desapareció en las evaluaciones posteriores. En la última medición a los 18 MDT, la proporción de raíces a parte aérea subió a un promedio de 31% en los cuatro tipos de sustrato.

La producción de materia seca radicular fue significativamente superior en la bolsa de mayor

tamaño (Cuadro 2 y Fig. 1). En las bolsas pequeñas, en promedio, se produjo el 72.3% del peso seco radicular obtenido en las bolsas de mayor volumen.

Consecuentemente, el desarrollo foliar fue también superior en las plantas crecidas en las bolsas de mayor capacidad. El peso seco foliar en la bolsa pequeña fue un 78% del desarrollado en la bolsa grande al cumplir las plantas 18 meses de edad. El efecto del tamaño de bolsa se acentuó con la edad de la planta y alcanzó un máximo durante la última evaluación. La mayor influencia de la bolsa en las plantas se observó con la mezcla de suelo y cascarilla a los 18 MDS; las plantas en bolsas pequeñas mostraban un 53% de la materia seca producida en las bolsas grandes (Fig. 1).

La cantidad absoluta en peso seco de raíces que creció fuera de la bolsa, fue una función del volumen de raíces desarrollado dentro de la misma, que a su vez dependió del sustrato empleado como relleno y del volumen de la bolsa. Una mayor cantidad de raíces creció fuera de la bolsa del tratamiento de control (Cuadro 2), pero la diferencia con las medias de los demás tratamientos no fue significativa. No obstante, en las bolsas con suelo sin mezcla salieron 1.76 veces más raíces que en las bolsas con granza y suelo. La falta de significancia estadística entre tratamientos para esta variable, se atribuye al tamaño de la muestra empleada y a la alta variabilidad detectada entre las unidades.

Independientemente del peso total de raíces fuera de la bolsa, se determinó que el porcentaje de éstas con respecto al total producido por la planta, fue siempre menor en la bolsa de mayor tamaño (Cuadro 2). El porcentaje de raíces fuera de la bolsa fue ligeramente mayor en el sustrato de suelo sin mezcla, pero las diferencias con los otros sustratos no fueron significativas. En ningún caso el porcentaje de raíces fuera de las bolsas fue superior al 17.5% del total de raíces producidas por la planta.

Ensayo B. Desarrollo vegetativo en el vivero

Las plantas desarrolladas en bolsas con suelo sin mezcla mostraron un crecimiento más vigoroso que los demás sustratos a través de la fase de vivero (Cuadro 3). Sin embargo, el desarrollo de algunas variables vegetativas en el sustrato de fibra fue comparable al obtenido en el control. Dada la

separación entre plantas (1.50 m), no se presentaron signos de etiolación en el experimento. Esto implica, que el mayor largo del raquis (Fig. 2) y de los folíolos en los tratamientos de suelo, puede tomarse como un indicador de un mayor vigor de las plantas. La sección transversal del peciolo ($P \times S$), está íntimamente ligado al vigor de la planta (6), que fue similar en las plantas-testigo que crecieron en la mezcla de suelo y fibra de mesocarpo (Cuadro 3).

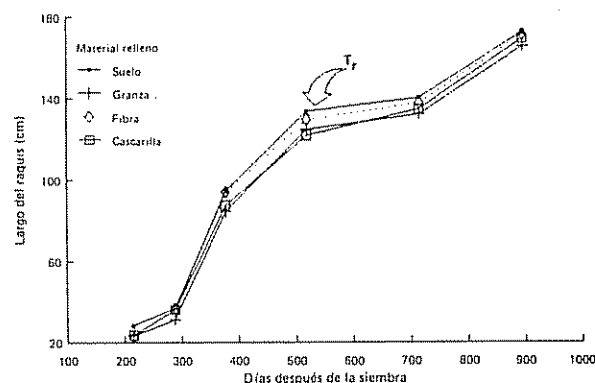


Fig 2 Largo del raquis en material Kigoma x Deli según el sustrato (una parte de suelo y tres de sustrato), durante el vivero y el primer año de campo. Tr = transplante.

Una mayor área foliar por planta en el sustrato suelo, estuvo asociado a una mayor tasa de emisión foliar, un número más elevado de hojas por planta y a hojas de mayor área (Cuadro 3).

En general, los parámetros vegetativos medidos guardan una estrecha relación con el comportamiento del sistema radicular. El sustrato que ocasionó un crecimiento aéreo más pobre fue la granza de arroz (Cuadro 3), lo cual se asocia a un desarrollo pobre de raíces (Cuadro 2). Las plantas en los tratamientos que originaron una mayor acumulación de materia seca (Cuadro 2), muestran variables morfométricas indicadoras de un mejor crecimiento.

El tamaño de la bolsa afectó el desarrollo aéreo y radicular (Cuadros 2 y 3). Bolsas de mayor tamaño originaron plantas con indicadores vegetativos de un mejor crecimiento, bajo condiciones de no competencia -raquis y folíolos más largos, mayor área foliar por hoja (Fig. 3) y un valor más alto de la relación $P \times S$ - (Fig. 4). Se ha observado que este efecto positivo se mantiene durante las primeras etapas de desarrollo en el campo, luego del trasplante.

Plantas con una mayor sección transversal del pecíolo se obtuvieron mediante la combinación de bolsas grandes, sustrato suelo y fibra de mesocarpo. En general se logró mejor crecimiento cuando se suministró una fertilización extra a estas plantas. El efecto de un incremento en la fertilización en el vivero fue más crítico cuando se usaron los materiales de relleno, cuyo contenido de nutrientes fue bajo, que cuando se utilizó suelo solamente. Sin embargo, el tipo de suelo empleado (franco-arcilloso) no representa el óptimo deseable para viveros de palma aceitera.

En el caso de las tres mezclas con suelo, especialmente con granza y cascarilla, el crecimiento fue más pobre en las plantas crecidas en las bolsas de menor volumen, lo cual se asocia a un crecimiento radicular reducido (Cuadro 2).

Ensayo B. Desarrollo vegetativo en el campo

El desarrollo vegetativo en el campo fue evaluado cuando las plantas cumplieron seis y doce meses, después del trasplante.

Cuadro 3. Crecimiento vegetativo en el vivero de palmas Tanzania x Deli, desarrolladas en cuatro sustratos, dos tamaños de bolsa y dos niveles de fertilización.

DDS ⁺	Tratamiento ⁺⁺⁺	Largo raquis (cm)	Folíolos • m ⁻¹	Largo folíolo (cm)	P x S (cm ²)
	Sustrato ⁺⁺				
215(73)	Suelo	28.15	60.59	23.57	—
	Granza	23.17	62.58	22.31	—
	Fibra	22.70	70.82	22.38	—
	Cascarilla	23.70	62.82	21.28	—
377(89)	Suelo	94.3a	45.79ab	36.01b	1.186a
	Granza	84.39c	47.50a	34.28c	1.059b
	Fibra	93.89a	44.80b	37.41a	1.207a
	Cascarilla	87.34b	45.94b	36.03b	1.062b
519(142)	Suelo	133.41a	42.22	40.15a	1.509a
	Granza	124.75c	42.55	38.38bc	1.395b
	Fibra	129.38b	42.13	39.21ab	1.520a
	Cascarilla	121.71d	42.68	38.23c	1.369b
	Tamaño de bolsa (cm)				
215(73)	40 x 53	26.71	59.78	23.59	—
	51 x 61	24.89	65.66	22.45	—
377(89)	40 x 53	86.80	46.48	35.34	1.072
	51 x 61	92.46**	45.64	36.40**	1.173**
519(142)	40 x 53	125.17	42.54	38.87	1.398
	51 x 61	128.99**	42.28	39.09	1.488**
	Fertilización (Dos niveles)				
215(73)	1	26.35	62.06	23.27	—
	2	24.44	65.69	22.23	—
377(89)	1	88.40	46.32	35.59	1.099
	2	91.60**	45.70	36.28	1.159**
519(142)	1	124.73	42.71	38.30	1.384
	2	129.94**	42.07	39.68	1.513**

Cuadro 3. (Continuación)

DDS ⁺	Tratamiento ⁺⁺⁺	Ancho foliolo (cm)	Total hojas	Tasa emisión foliar (hojas · mes ⁻¹)	Area foliar · planta ⁻¹ (m ²)	Area foliar · hoja ⁻¹ (m ²)
Sustrato ⁺⁺						
215(73)	Suelo	1 989	8.60a	2 132ab	0.3436	0.0390a
	Granza	1 797	7.62c	1 889c	0.1819	0.0258c
	Fibra	1 876	8.25b	2 096bc	0.2825	0.0336b
	Cascarilla	1 734	8.67a	2 156a	0.3007	0.0338b
377(89)	Suelo	3 195ab	13.83a	2 074a	3.8234	0.2748a
	Granza	3 117b	12.54c	2 004b	2.9313	0.2338b
	Fibra	3 341a	12.98b	1 966b	3.6644	0.2815a
	Cascarilla	3 118b	12.70bc	1.885c	3.1410	0.2467b
519(142)	Suelo	3 392a	15.51a	1.939a	6.5540	0.4221a
	Granza	3 386a	14.40b	1.706ab	5.5099	0.3805bc
	Fibra	3 457a	14.69b	1.684ab	6.0175	0.4067ab
	Cascarilla	3 315b	14.56b	1.635b	5.2880	0.3607c
Tamaño de bolsa (cm)						
215(73)	40 x 53	1 903	8.17	2 054	0.2520	0.0299
	51 x 61	1 907	8.37**	2 077	0.3041	0.0355**
377(89)	40 x 53	3 143	12.88	1.976	3.1740	0.2448
	51 x 61	3 187	13.11	1.988	3.5577	0.2704**
519(142)	40 x 53	3 398	14.67	1.722	5.7250	0.3864
	51 x 61	3 380	14.88	1.667	5.9333	0.3972
Fertilización (Dos niveles)						
215(73)	1	1 903	8.17	2 054	0.2701	0.0320
	2	1 907	8.37	2.077	0.3290	0.0342
377(89)	1	3 143	12.88	1.976	3.2157	0.2491
	2	3 187**	13.11*	1.988**	3.5640	0.2693**
519(142)	1	3 398	14.67	1.722	5.5371	0.3763
	2	3 380	14.88	1.667*	6.1470	0.4087**

+ Números en parentesis indican número de días desde la evaluación inmediatamente anterior

++ Una parte del suelo y tres partes del sustrato (suelo, granza de arroz, fibra seca de mesocarpo y endocarpo de frutos de palma aceitera).

+++ Análisis estadístico separado para cada fecha (* P = 0.05, ** P = 0.01). Letras iguales en una misma columna indican diferencias no significativas (Duncan: P = 0.05).

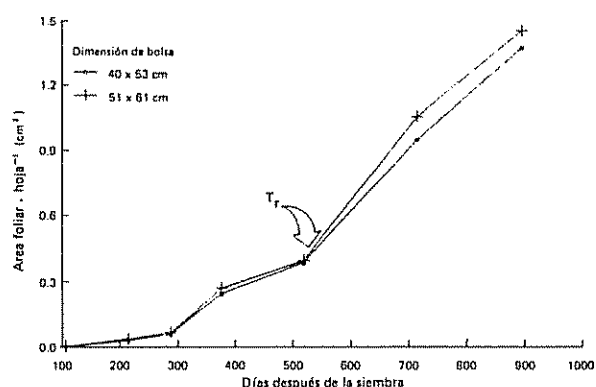


Fig. 3 Area foliar por hoja en material Kigoma x Deli según la dimensión de la bolsa, durante el vivero y el primer año de campo. Tr = transplante

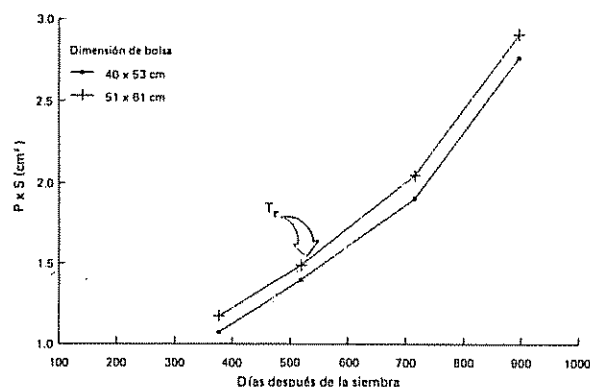


Fig. 4. Sección transversal del pecíolo (P x S) en material Kigoma x Deli según la dimensión de la bolsa, durante el vivero y el primer año de campo. Tr = transplante.

El mejor desarrollo vegetativo de las plantas, observado en vivero en bolsas con únicamente suelo, se mantiene aún después de su establecimiento en el campo. Sin embargo, las diferencias entre tratamientos tienden a desaparecer con la edad de las plantas (Cuadro 4 y Fig. 2). Esto es particularmente cierto en el caso de las diferencias entre suelo y mezcla de fibra y suelo. En el otro extremo, la

recuperación en el campo de las plantas desarrolladas en el sustrato de granza de arroz y suelo ha sido lenta incluso después de un año en el campo. Algunos indicadores importantes de vigor ($P \times S$, área foliar.planta⁻¹ y longitud de las hojas) son significativamente menores con respecto de los demás sustratos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Variables morfométricas (hoja número 9) a los seis meses y al año después del transplante al campo, de palmas Kigoma x Deli desarrolladas en vivero en bolsas de dos tamaños, cuatro materiales de relleno y dos niveles de fertilización.

MDI	Tratamiento ⁺⁺	Largo raquis (cm)	Largo pecíolo (cm)	P x S (cm ²)	Total folíolos	Largo folíolo (cm)	Ancho folíolo (cm)
Sustrato ⁺							
6	Suelo	140.0a	18.83	2.036a	142.7a	40.59a	3.30
	Granza	132.0c	18.52	1.933b	135.0b	39.02b	3.27
	Fibra	137.3ab	19.27	2.015a	140.0a	39.33b	3.36
	Cascarilla	134.4bc	19.46	1.912b	135.7b	40.68a	3.27
12	Suelo	172.23a	35.55ab	2.880a	169.94a	50.62	2.99
	Granza	165.11b	33.89b	2.693b	161.80c	49.94	2.98
	Fibra	170.77a	35.47ab	2.930a	166.52ab	51.44	3.03
	Cascarilla	168.78ab	36.23a	2.835a	165.93b	51.62	3.00
Tamaño de bolsa (cm)							
6	40 x 53	130.5	18.73	1.903	135.1	38.99	3.27
	51 x 61	141.4**	19.31	2.045**	141.7**	40.82**	3.32
12	40 x 53	164.83	37.79	2.763	162.82	50.59	3.99
	51 x 61	173.62*	35.77	2.905**	169.28**	51.22	3.02
Fertilización (Dos niveles)							
6	1	133.9	19.08	1.951	136.9	40.42	3.26
	2	137.9**	18.96	1.998	139.9**	39.39**	3.34*
12	1	167.9	34.96	2.762	164.76	50.68	2.96
	2	170.5	35.61	2.907**	167.33	51.13	3.04**

Cuadro 4. (Continuación)

MDI	Tratamiento ⁺⁺	Total hojas	Area foliar · hoja ⁻¹ (m ²)	Tasa de emisión foliar (hojas · mes ⁻¹)	Folículos · m ⁻¹	Area foliar · planta ⁻¹ (m ²)
Sustrato ⁺						
6	Suelo	16 79a	1 047a	1 990	102 50	17 61a
	Granza	15 91b	0 949c	1 934	103 30	15 13c
	Fibra	16 49a	1 018ab	1 922	102 60	16 83ab
	Cascarilla	16 33ab	0 989bc	1 943	101 60	16 20b
12	Suelo	24 64	1 422	2 256b	99 34	35 13a
	Granza	23 86	1 343	2 266b	98 99	32 20b
	Fibra	24 44	1 437	2 248b	98 55	35 24a
	Cascarilla	24 36	1 430	2 340a	99 34	34 98a
Tamaño de bolsa (cm)						
6	40 x 53	16 03	0 947	1 911	104 20	15 21
	51 x 61	16 74*	1 054**	1 984*	100 80**	17 68**
12	40 x 53	24 03	1 367	2 278	99 76	33 04
	51 x 61	24 61**	1 449**	2 277	98 35	35 73**
Fertilización (Dos niveles)						
6	1	16 22	0 991	1 945	103 00	16 17
	2	16 54	1 010	1 950	102 00	16 72
12	1	24 16	1 376	2 287	99 12	33 44
	2	24 49	1 440*	2 268	98 98	35 34*

+ Una parte de suelo y tres de relleno (suelo, granza de arroz, fibra de mesocarpo y endocarpo de palma aceitera).

++ ANDEVA separado para cada variable y fecha (*: P = 0 05, **: P = 0 01). Letras en una misma columna indican diferencias significativas según Duncan (P = 0 05).

El mejor crecimiento observado en las bolsas de mayor volumen en vivero, continúa manifestándose en el campo, aún después de un año del trasplante (Figs. 3 y 4); este efecto es especialmente claro cuando el suelo fue mezclado con fibra o cascarilla como materiales de relleno (Cuadro 5).

Una fertilización extra en la etapa de vivero, mantiene su influencia sobre algunos parámetros en la fase de campo y, es notorio, que las plantas así fertilizadas en vivero muestren un valor mayor de P x S aun después de un año del trasplante al campo (Cuadro 4). En experimentos similares de vivero (1), con material Deli x AVROS, en donde se usó únicamente suelo como sustrato, el efecto de la bolsa y, especialmente, de una fertilización mayor que la convencional, desapareció muy tempranamente una vez que las plantas se establecieron en el campo. Sin embargo, aun en estos experimentos, el valor de P x S se mantuvo más alto en plantas provenientes de bolsas de mayor volumen que las convencionales.

La combinación de bolsas pequeñas y el uso de una mezcla con el suelo -especialmente granza de arroz y cascarilla- afectó adversamente el desarrollo de las plantas en vivero, cuyo efecto es todavía evidente en la fase de campo. Un año posterior al trasplante, estas plantas presentan un área foliar inferior que la obtenida en la combinación del mismo sustrato y bolsas grandes (Cuadro 5). El valor de P x S también es inferior pero las diferencias no son significativas.

Precocidad

El material genético utilizado en estos experimentos exhibe una alta precocidad (Cuadro 6). La producción en los primeros racimos se inició temprano a los tres meses después del trasplante. -Las plantas habían permanecido 17.3 meses en vivero, con un espaciamiento de 1.50 metros entre bolsas-. Sin duda, el factor genético es importante como

Cuadro 5. Efecto combinado (interacción doble) sobre el crecimiento de material Kigoma x Deli en el campo (seis y 12 meses después del transplante), de cuatro materiales de relleno, dos tamaños de bolsa y dos niveles de fertilización utilizados durante la fase de vivero.

MDI		6				
Tratamiento ⁺⁺		P x S (cm ²)	Total folíolos	Ancho folíolo (cm)	Area foliar·hoja ⁻¹ (m ²)	
Relleno ⁺	Tamaño de bolsa					
	Suelo	40 x 53 cm	2 032ab	140 6ab	3.36ab	1 032ab
		51 x 61 cm	2 039ab	144 8a	3.24b	1 062a
Granza	40 x 53 cm	1 854cd	132 9cd	3.26b	0 901d	
	51 x 61 cm	2 013ab	137 2bc	3.28b	0 996bc	
Fibra	40 x 53 cm	1 929bc	137 1bc	3 27b	0 954cd	
	51 x 61 cm	2 102a	143 0a	3 44a	1 081a	
Cascarilla	40 x 53 cm	1 799d	129 6d	3 21a	0 900d	
	51 x 61 cm	2 024ab	141 8a	3 32ab	1 078a	
		P x S (cm ²)	Tasa emisión foliar	Largo folíolo	Area foliar·hoja ⁻¹ (m ²)	
Relleno	Fertilización (Dos niveles)					
	Suelo	1	1 962	1 937	41 02ab	1 035
		2	2 110	2 043	40 16bc	1 060
Granza	1	1 910	1 908	38 72c	0 908	
	2	1 957	1 961	39 32bc	0 990	
Fibra	1	2 028	1 902	40 11bc	1 033	
	2	2 003	1 943	38 54c	1 002	
Cascarilla	1	1 903	1 896	41 83a	0 990	
	2	1 920	1 990	39 53bc	0 988	

Cuadro 5. (Continuación)

MDI		12				
Tratamiento ⁺⁺		Area foliar·planta ⁻¹ (m ²)	Folíolos·m ⁻¹	Ancho folíolo (cm)	Area foliar·hoja ⁻¹ (m ²)	
Relleno ⁺	Tamaño de bolsa					
	Suelo	40 x 53 cm	17 095ab	103 5	3 04ab	1 448
		51 x 61 cm	18 136a	101 5	2 94ab	1 395
Granza	40 x 53 cm	14 014d	106 2	2 91b	1 281	
	51 x 61 cm	16 254bc	100 3	3 06a	1 405	
Fibra	40 x 53 cm	15 205cd	105 6	2 99ab	1 368	
	51 x 61 cm	18 455a	99 6	3 07a	1 506	
Cascarilla	40 x 53 cm	14 508d	101 5	3 01ab	1 372	
	51 x 61 cm	17 895a	101 7	3 00ab	1 489	
		Largo raquis	Total folíolos	P x S (cm ²)	Area foliar·hoja ⁻¹ (m ²)	
Relleno	Fertilización (Dos niveles)					
	Suelo	1	137 8	140 4	2 768	1 394
		2	142 2	145 1	2 992	1 449
Granza	1	128 3	133 1	2 637	1 280	
	2	135 7	137 0	2 749	1 406	
Fibra	1	135 8	138 7	2 903	1 426	
	2	138 8	141 4	2 957	1 448	
Cascarilla	1	133 8	135 4	2 740	1 401	
	2	135 0	136 0	2 930	1 459	

+ Una parte de suelo y tres de relleno (suelo, granza de arroz, fibra seca de mesocarpo y endocarpo de frutos de palma aceitera).

++ Letras iguales indican diferencias no significativas.

determinante de la precocidad, pero el efecto de la alta distancia de siembra en vivero, no debe subestimarse. En otros experimentos de vivero con material Deli x AVROS (1), se encontró que plantas desarrolladas a 1.37 m mostraron significativamente mayor precocidad que aquellas que provenían de un espaciamento convencional de 90 centímetros entre plantas. Además de la distancia de siembra, otras prácticas de vivero tales como el tamaño de bolsa y la poda del follaje anterior al trasplante, pueden tener una influencia importante sobre la precocidad del material.

El tipo de sustrato en que crecieron las plantas en vivero determinó en forma significativa el número de racimos e inflorescencias femeninas por planta, y también el porcentaje de plantas que mostraron al menos un racimo o inflorescencia femenina 10 meses después del trasplante al campo. Las plantas desarrolladas en suelo sin mezcla tenían en promedio 4.55 racimos por planta, mientras que aquellas con un crecimiento pobre en el vivero, asociado al uso de granza de arroz y suelo como sustrato, mostraban 3.1 racimos. No se observaron diferencias significativas entre el sustrato suelo y sus mezclas con granza de arroz o mesocarpio. El uso de bolsas de mayor

tamaño en vivero estuvo asociado a una mayor producción de racimos por planta (Cuadro 6).

La combinación de bolsas grandes y suelo como sustrato, produjo 5.06 racimos promedio por planta. Las plantas con el desarrollo más pobre, provenientes de bolsas pequeñas y granza de arroz y suelo como sustrato, sólo tenían 2.80 racimos/planta¹. No obstante, la interacción sustrato y tamaño de bolsa no fue significativa.

Algunas plantas tenían 13 o más racimos 10 meses después del trasplante, particularmente en el tratamiento que involucró el uso de bolsas grandes y suelo sin mezcla. El efecto fue independiente de la fertilización dada en vivero. El porcentaje de plantas que tenían al menos un racimo por inflorescencia femenina no fue afectado por la fertilización en vivero, pero sí por el tamaño de la bolsa (10% más de plantas con racimos en bolsas grandes) y, en menor grado, por el sustrato.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para facilitar el manejo de bolsas de gran tamaño y plantas de edad avanzada en vivero durante el trasplante, es fundamental reducir su peso. Este objetivo se logra al sustituir parte del suelo con un material de baja densidad. Los resultados de estos experimentos permiten determinar que es valioso probar nuevos materiales -estereofón, poliestireno, cascarilla triturada, entre otros-, en diferentes mezclas con suelo y con distintos niveles de fertilización, para establecer la mezcla más adecuada en cuanto al peso de la bolsa y que permita un desarrollo óptimo de la planta.

Debido a la variabilidad natural entre plantas respecto del desarrollo radicular y aéreo, es necesario aumentar el número de plantas utilizadas para determinar con mayor precisión el efecto de cada tratamiento sobre la acumulación de materia seca.

También, es importante estimar el momento más adecuado de trasplante, tomando como un criterio importante la cantidad de raíces desarrolladas dentro y fuera de las bolsas de vivero.

Existe un rango de tamaño de bolsa, dentro de la cual no se observan diferencias apreciables en el porcentaje de raíces que crecen fuera. La tendencia

Cuadro 6. Promedio de racimos - inflorescencias femeninas e inflorescencias masculinas material Kigoma x Deli a los diez meses del transplante, según fue afectada por varias prácticas de manejo en vivero.

Tratamiento ⁺⁺	Racimos e inflorescencias fem. · planta ⁻¹	Inflorescencias masc. · planta ⁻¹
Sustrato ⁺		
Suelo	4.55 a	9.96
Granza	3.10 b	9.23
Fibra	3.49 ab	9.26
Cascarilla	3.67 ab	9.70
Tamaño bolsa		
40 x 53 cm	3.16	9.50
51 x 61 cm	4.25**	9.57
Fertilización (Dos niveles)		
1	3.82	9.39
2	3.59	9.69

+ Una parte de suelo y tres de sustrato (suelo, granza de arroz, fibra de mesocarpio y endocarpio de frutos de palma aceitera)

++ Letras iguales indican diferencias no significativas (**:P = 0.01)

observada es que si se utilizan bolsas de mayor tamaño, se promueve un mejor desarrollo aéreo y radicular; pero la relación entre estos parámetros es similar al observado en las bolsas de tamaño usual. Existe obviamente un tamaño límite de bolsa conforme a la cual crecerían todas las raíces dentro de la misma para una edad de trasplante dada pero, probablemente, esta bolsa por su peso y volumen no sería manejable.

Con la información generada en éste y otros experimentos afines (1, 3, 4), (véase Material de Desarrollo Avanzado en Viveros de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). II. Espaciamiento y Volumen de la Bolsa, en este número), se pueden recomendar varias prácticas en viveros de palma aceitera que redundarían en la producción de plantas más vigorosas, más tolerantes al estrés del trasplante y que reinicien más rápidamente su crecimiento en el campo. El resultado final sería un material más precoz, con lo cual se obtiene un retorno más temprano de la inversión.

Estas prácticas incluyen el uso de un mayor espaciamiento entre plantas, así como bolsas de mayor volumen que las convencionales. Con el fin de reducir el peso de las bolsas, se recomiendan las mezclas de suelo y un material de relleno tal como cascarilla (endocarpo), fibra de mesocarpo de palma aceitera o algún otro material de menor densidad que el suelo. Las tendencias observadas en el campo indican que la proporción de material de relleno y suelo no debe ser muy alta; es aconsejable que no sea superior a una parte de sustrato y dos de suelo.

Cuando se utilicen mezclas de suelo con materiales que aportan pocos nutrientes, es altamente recomendable utilizar bolsas de mayor tamaño que las convencionales. Un aumento de la fertilización no puede sustituir el beneficio en el uso de una bolsa de más capacidad y esto es especialmente cierto cuando se intenta producir material avanzado de siembra. No

obstante, cuando se use un material inerte, una fertilización extra en vivero podría ayudar al desarrollo inicial de la planta en el campo.

En todo caso, cuando se emplean bolsas de mayor tamaño, es indispensable incrementar el espaciamiento (1) para no inducir efectos negativos por una excesiva competencia temprana entre plantas.

LITERATURA CITADA

1. CHINCHILLA, C; UMAÑA, C.H.; RICHARDSON, D.L. 1991. Material de desarrollo avanzado en viveros de palma aceitera. I. Espaciamiento y volumen de la bolsa. *Turrialba (C.R.)* 40(4):428-439.
2. CORLEY, R.H.V.; BREURE, C.J. 1981. Measurements in Oil Palm experiments (Internal Report). London, Unilever Plantation Group. 35 p.
3. HASHIN, M.T.; TAN, T.K.; YEOW, K.H. 1987. Field evaluation of Oil Palm advance planting materials. In International Oil Palm/Palm Oil Conference. Agriculture (1987, Kuala Lumpur, Malasia). Proceedings. Kuala Lumpur, Malasia, PORIM. p. 391-395.
4. HASHIN, M.T.; YEOW, K.H.; POON, Y.C. 1987. Recent development in nursery practice; potting media. In International Oil Palm/Palm Oil Conference. Agriculture (1987, Kuala Lumpur, Malasia). Proceedings. Kuala Lumpur, Malasia, PORIM. p. 369-371.
5. NASEEB, M.; LONG, S.G.; WOOD, B.J. 1987. Trials on reducing the non-productive period at Oil Palm replanting. In International Oil Palm/Palm Oil Conference. Agriculture (1987, Kuala Lumpur, Malasia). Proceedings. Kuala Lumpur, Malasia, PORIM. p. 372-390.
6. PHANG, S.; OOI, C.H.; CHAN, K.W.; NENON, C.M. 1977. Influence of soil series and soil depth on vegetative growth and early FFB production of the Oil Palm. In International Developments in Oil Palm. Ed. by Earp, D. A. and Newall, W. Kuala Lumpur, The Incorporated Society of Planters p. 153-167.