

Material de desarrollo avanzado en viveros de palma aceitera: crecimiento y producción

Carlos Ml. Chinchilla¹, Juan Bulgarelli, Geovanny Castrillo y Alfredo Salas

Resumen

El empleo de plantas de desarrollo avanzado de vivero (PDAV) en palma aceitera, permite obtener palmas más vigorosas en el campo, que tienen el potencial de producir un rendimiento inicial acumulado superior al de plantas obtenidas a partir de viveros tradicionales. El factor de mayor impacto en el crecimiento de las plantas de vivero fue la duración de esta etapa. Sin embargo, para lograr un desarrollo vigoroso es necesario que las palmas dispongan de tanta radiación solar como sea posible, lo cual se logra utilizando un espaciamiento de las bolsas que debe ser mayor conforme se prolonga el periodo de vivero. El efecto buscado con una mayor distancia entre plantas es reducir la etiolación. Palmas obtenidas de viveros de 18 meses, espaciadas a 137 cm, acumularon, luego de 37 meses en el campo, una producción significativamente superior (6.3 t/ha de fruta fresca) a la obtenida a partir de un vivero tradicional: 13 meses de edad, en bolsas espaciadas a 90 cm.

La utilización de una bolsa de mayor tamaño que la estándar puede ayudar a producir plantas de mejor desarrollo en el vivero, sin embargo, los efectos beneficiosos no siempre son claros durante la fase de campo. El uso de dosis altas de fertilizantes en la etapa de vivero mejoró el crecimiento en algunos tratamientos. Sin embargo, este efecto desapareció con el tiempo en el campo, y no se reflejó en los rendimientos. Estos aspectos (tamaño de la bolsa y fertilización en viveros) necesitan mayor estudio. Una poda ligera del follaje de las PDAV, anterior al trasplante al campo, facilita el manejo y reduce aparentemente el estrés causado por esta operación.

Las ventajas en crecimiento y producción con el uso de PDAV se habían mantenido en este experimento hasta la edad de seis años en el campo, cuando se cesó de tomar datos. Durante ese periodo, estas plantas habían producido un acumulado de fruta fresca superior en 7.35 t/ha al de las palmas testigo.

Introducción

El inicio de la recuperación de la inversión, en una nueva plantación de palma aceitera, debe esperar a que se complete un periodo improductivo que puede tomar entre dos y tres años. La reducción de tal periodo puede lograrse de varias formas:

- Usando un material genético precoz
- Aplicando buenas prácticas agronómicas en el campo
- Manteniendo, en el caso de una renovación de plantación, las palmas viejas por un tiempo prudencial, luego de la nueva siembra
- Empleando plantas de vivero vigorosas y en estado avanzado de desarrollo (Ducket 1989, Hartley 1988, Hashin *et al.* 1987, Khoo and Chew 1976).

¹ ASD de Costa Rica. Apdo. 30-1000, San José, Costa Rica

La tercera opción acarrea el riesgo de favorecer algunas plagas y enfermedades (Turner 1981), y presenta algunas dificultades durante la eliminación de la plantación vieja, una vez establecida la nueva siembra.

Las plantas de vivero de mayor desarrollo presentan un periodo improductivo menor, producen más durante los primeros años y los racimos son más grandes y de mejor calidad (Khoo y Chew 1976). La siembra de material de vivero de 10 meses de edad o menor es contraproducente, por cuanto se pueden llevar al campo palmas de calidad cuestionable, que tendrían mayor oportunidad de ser descartadas de mantenerse el vivero por más tiempo. Además, estas plantas pequeñas estarán expuestas por más tiempo, y son más susceptibles al daño causado por varias plagas, como el escarabajo *Strategus aloeus*, ratas y otros animales como vacas y cerdos, que representan un problema de difícil solución en algunas plantaciones.

Experimentos previos en Malasia, mostraron que era posible obtener plantas de mejor desarrollo vegetativo si se aumentaba el espaciamiento entre las bolsas y se prolongaba el periodo de vivero. También se obtenía un efecto beneficioso cuando se utilizaban bolsas de mayor tamaño y se ofrecía a las plantas una fertilización extra (Ducket 1989, Hartley 1988, Hashin *et al.* 1987, Naseeb *et al.* 1987, 1991). La poda de las plantas anterior al trasplante al campo facilitó el manejo y redujo el estrés del trasplante (Hashin *et al.*) 1987).

En Costa Rica iniciamos varias experiencias en 1987, para evaluar estas técnicas bajo nuestras condiciones, cuyos resultados parciales ya han sido publicados (Chinchilla *et al.* 1990, Umaña *et al.* 1990, Chinchilla *et al.* 1992. Dos de tales experimentos fueron sembrados en el campo en 1989 con material de vivero de 18 meses de edad. Los resultados publicados se refieren, principalmente, al comportamiento de las plantas durante la fase de vivero, y durante los primeros meses después del trasplante en el campo. En el presente trabajo se da un seguimiento a la fase de campo de los experimentos iniciados en su fase de vivero en diciembre de 1987. El objetivo ha sido determinar, en el campo, el efecto de largo plazo que los tratamientos de vivero han tenido sobre el crecimiento de las plantas y el rendimiento.

Metodología

El experimento de vivero incluyó 16 tratamientos colocados en un arreglo factorial según un diseño de bloques completos al azar, con 12 repeticiones. Cada parcela estuvo formada por 25 plantas, con 9 palmas útiles. Se utilizaron dos espaciamientos para las bolsas (90 y 137 cm, en triángulo), dos tamaños de bolsa (40x53 cm y 51x61 cm), dos niveles de fertilización (Cuadro 1), y dos niveles de poda (0 % y 30%), realizados una semana antes del trasplante del vivero al campo.

Un testigo fue sembrado en bolsas de tamaño normal (40x53 cm), espaciadas a 90 cm, y fue llevado al campo cuando cumplió 13 meses de edad, junto con los demás tratamientos, que para ese entonces habían cumplido aproximadamente 18 meses en el vivero. Las plantas sembradas fueron cinco cruces DelixAVROS, de las cuales aproximadamente 76% correspondían a dos cruces específicos.

Todas las palmas, con excepción del testigo, fueron mantenidas en un previvero durante aproximadamente dos y medio meses. El periodo de vivero, entonces, se prolongó por 15 y medio meses. El trasplante al campo se realizó durante la última semana de mayo de 1989,

periodo en que ya se habían iniciado las lluvias en el área de estudio (Coto, Pacífico sur de Costa Rica).

En el campo, las plantas fueron dispuestas en un arreglo factorial, que incluyó los cuatro factores evaluados en el vivero: espaciamiento, tamaño de bolsa, fertilización y poda. Estos factores se distribuyeron como un bloque completo al azar, con seis repeticiones. Cada parcela estaba constituida por 25 palmas (9 útiles), sembradas a 9 metros en un patrón triangular (143 palmas/ha).

Se tomaron medidas rutinarias del crecimiento vegetativo (Corley y Breure 1981) a intervalos de 1-2 meses durante la fase de vivero, y cada seis meses en el campo. Los componentes del rendimiento se determinaron semanalmente.

Resultados y discusión

Crecimiento vegetativo: fase de vivero

Después de la edad de las plantas (18 meses vs. 13 meses), el factor de mayor impacto para lograr un mejor desarrollo vegetativo fue un mayor espaciamiento de las bolsas (137 cm vs. 90 cm), seguido de las bolsas de mayor tamaño (51x61 cm vs. 40x53 cm) (Cuadro 2). Cuando se presentó un aparente mejor desarrollo vegetativo en el vivero, asociado a dosis mayores del fertilizante empleado, este efecto desapareció con el tiempo en el campo, y no se reflejó en los rendimientos de fruta. Una situación similar había sido observada por Hashin et al. (1987). No obstante, la fertilización óptima para cada vivero depende del tipo de suelo usado, la utilización de algún material inerte o de relleno en la bolsa, y posiblemente de cada tipo particular de cruce genético.

La interacción observada entre el nivel de fertilización y el tamaño de la bolsa se debe tomar en cuenta para definir las recomendaciones de fertilización: plantas en bolsas grandes y con el menor nivel de fertilizante produjeron un crecimiento relativamente pobre. Además, las plantas con la dosis menor de fertilizante, en combinación con bolsas pequeñas, presentaron un crecimiento similar al de plantas con el doble de la fertilización base en ambos tipos de bolsas utilizados. La dosis mayor de fertilización estimuló un aparente mejor crecimiento vegetativo en ambos espaciamientos utilizados.

El efecto positivo de un mayor tamaño de bolsa también mostró una clara tendencia a diluirse en la fase de campo. No obstante, la combinación de bolsas grandes, con el menor espaciamiento (90 cm), afectó adversamente el crecimiento en vivero y campo. Esta respuesta se inició posiblemente alrededor de los 10 meses de edad de las plantas de vivero (Fig. 1), cuando se

Cuadro 1. Programa base de fertilización durante la fase de vivero		
DDS*	Fórmula	g/planta
117	18-46-0	1
138	18-46-0	1
173	18-46-0	7
201	18-46-0	7
229	15-15-15	14
266	15-15-15	14
295	15-15-15	21
321	15-15-15	21
355	15-15-15	28
394	15-15-15	28
420	15-15-15	28
446	15-15-15	28
477	15-15-15	35
502	15-15-15	35
530	15-15-15	35

*DDS = Días después de la siembra. No se incluye la fertilización en el previvero.

observó también una reducción en la tasa de crecimiento del área foliar. El aparente efecto negativo de las bolsas de mayor tamaño, espaciadas a 90 cm sobre algunas variables vegetativas, probablemente está relacionado con un crecimiento inicial más vigoroso de estas plantas, lo cual conduce a una competencia más temprana por luz. No obstante, la razón para este comportamiento, que se extendió hasta la fase de campo, no pudo ser determinada.

El índice de área foliar se incrementó en mayor medida, en las plantas espaciadas a 90 cm, y particularmente en las bolsas de menor tamaño, lo cual indica una acumulación temprana de área foliar en esos tratamientos. Esto condujo a una mayor etiolación, que se dio principalmente después del año de edad de las plantas.

Cuadro 2. Efecto combinado (interacciones dobles) de dos prácticas agronómicas en vivero (espaciamiento y tamaño de bolsas), sobre el crecimiento vegetativo de palmas Deli x AVROS

Distancia entre bolsas	Tamaño de bolsa	Edad (días)*	Longitud del raquis	P x S cm ²	No. de foliolos	Largo de foliolo	Ancho de foliolo	Área foliar m ²	Tasa de emisión foliar
90	40 x 53	236	35.95		37.78	32.78			2.12
90	51 x 61		35.27		38.38	32.99			2.13
137	40 x 53		36.90		37.30	32.73	4.51	0.19	2.09
137	51 x 61		37.04		38.39	31.68	3.30	0.18	2.12
90	40 x 53	358	91.41	1.10	80.56	37.95	3.04	0.52	2.08
90	51 x 61		82.82	1.12	79.18	35.34	3.15	0.47	2.11
137	40 x 53		85.44	1.20	77.87	38.41	2.99	0.50	2.04
137	51 x 61		87.73	1.24	81.66	38.47	2.99	0.52	2.07
90	40 x 53	482	179.58	1.62	113.33	48.60	3.29	1.00	1.67
90	51 x 61		157.27	1.64	111.53	43.65	3.30	0.90	1.70
137	40 x 53		134.73	1.62	113.06	44.07	3.31	0.91	2.23
137	51 x 61		140.94	1.61	114.50	43.36	3.24	0.89	2.06

*Días después de la siembra. (Previvero de 2.5 meses). Dimensiones en centímetros.

Crecimiento vegetativo: fase de campo

El efecto de algunas prácticas agronómicas de vivero sobre el crecimiento vegetativo se manifestó aún después de seis años del trasplante al campo definitivo. Los factores de mayor importancia fueron el periodo de permanencia de las plantas en el vivero y el grado de separación de las bolsas. La mayoría de las variables de crecimiento en las diferentes evaluaciones en el tiempo fueron significativamente mayores en las plantas que se mantuvieron por 18 meses en el vivero, con respecto a las palmas testigo de 13 meses.

Fue también evidente un mejor crecimiento en las plantas desarrolladas a un espaciamiento de 137 cm con respecto al testigo de 90 cm (Cuadro 2, Figs.1-3). Los efectos beneficiosos en la fase de vivero de un tamaño de bolsa mayor que el tradicional, y de una mayor fertilización, desaparecieron paulatinamente durante los primeros meses después del trasplante al campo.

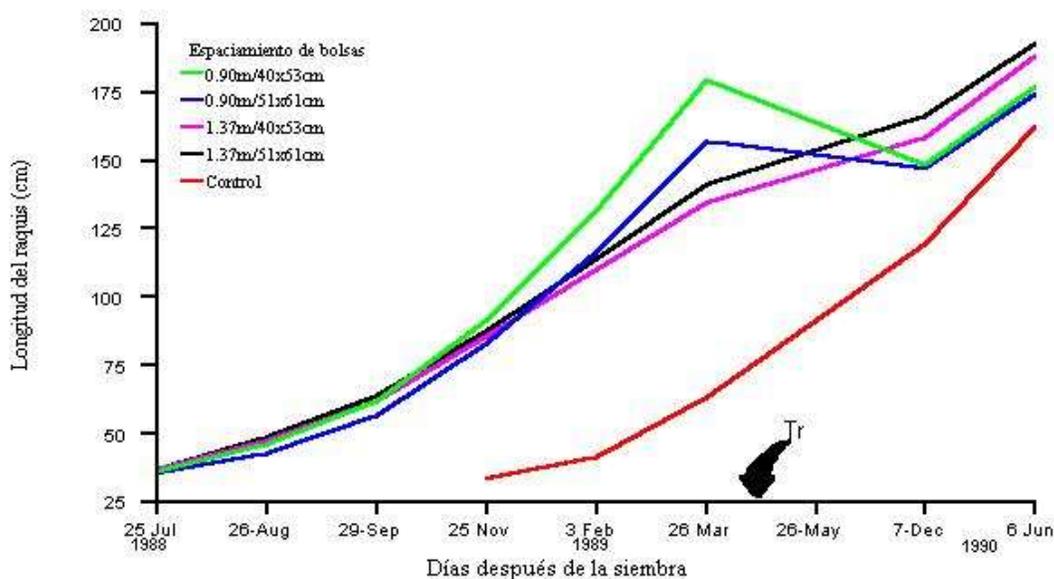


Fig. 1. Largo del raquis en vivero y campo en material Deli x AVROS, desarrollado bajo diferentes combinaciones de dos prácticas agronómicas en el vivero. Tr = Trasplante en el campo

No obstante, la combinación de bolsas grandes, con la distancia menor de 90 cm en el vivero, tuvo efectos negativos sobre el desarrollo vegetativo en esa fase y en el campo. Esto también se ha reflejado en un menor rendimiento de fruta en esas plantas. Bolsas más grandes que las del tamaño estándar solo se justificarían en viveros que vayan a ser mantenidos por al menos 18 meses, y en donde se utilice un amplio espaciamiento entre plantas.

La poda ligera del follaje de las plantas de vivero (30% del follaje una semana antes del trasplante al campo) facilitó el manejo de las plantas y aparentemente, redujo un poco el estrés causado por esta operación. Ningún efecto medible del tratamiento de poda perduró más allá del primer año en el campo. No obstante, una poda excesiva del follaje de las palmas de vivero

puede afectar adversamente el crecimiento inicial de las plantas en el campo y su precocidad. Estas podas deben evitarse.

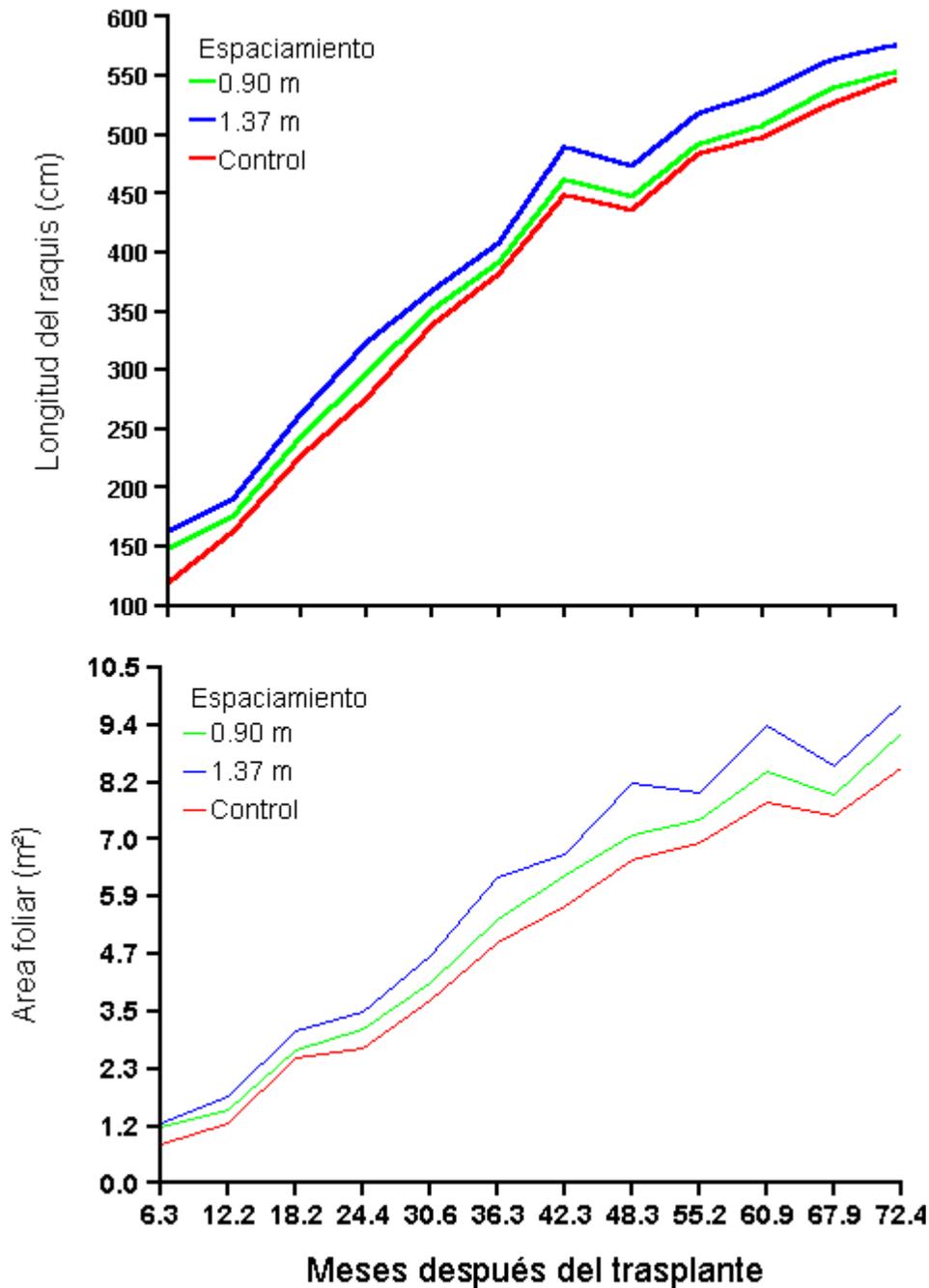


Fig. 2. Largo del raquis y área foliar en palmas Deli x AVROS, provenientes de material avanzado de siembra (18 meses de vivero y dos espaciamientos) y el testigo (13 meses de vivero y 0.90 m de espaciamiento en bolsas de 40 x 53 cm); siembra en el campo última semana de mayo, 1989.

Aparte de la tasa de emisión foliar, las demás variables de crecimiento han sido consistentemente superiores en las palmas del material avanzado de vivero, con respecto a las plantas testigo. Un elemento que parece obvio es que la edad a la cual son trasplantadas las plantas del vivero es un factor determinante en el crecimiento en el campo. Sin embargo, existen otros elementos del manejo de las plantas en el vivero que determinan en gran medida el potencial de desarrollo y producción en el campo. En este aspecto se notó que algunas variables de crecimiento del testigo (13 meses de edad en vivero) tienden a igualarse en el campo al de las palmas de 18 meses, que salieron etioladas del vivero (espaciadas a 90 cm). Sin embargo, las plantas que se mantuvieron en el vivero espaciadas a 137 cm (18 meses de edad) han mantenido sus ventajas en crecimiento durante todo el periodo de evaluación en el campo (Fig. 2 y Fig. 3).

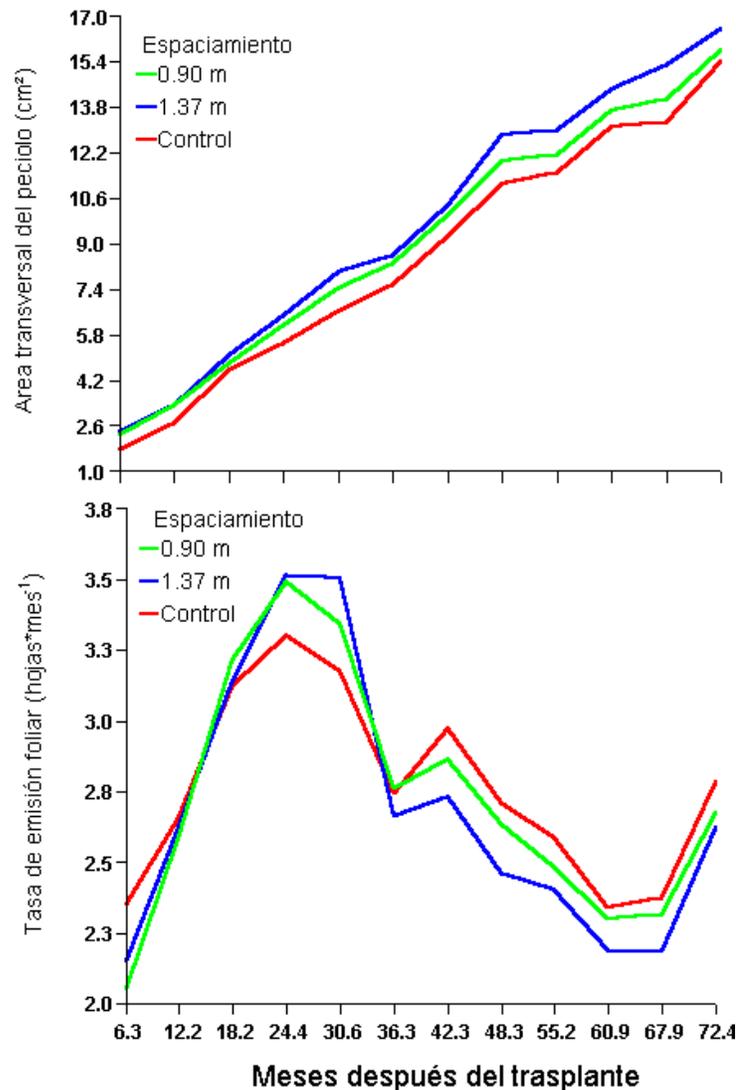


Fig. 3. Sección transversal del peciolo y tasa de emisión foliar en palmas Deli x AVROS, provenientes de material avanzado de siembra (18 meses de vivero y dos espaciamientos) y el testigo (13 meses de vivero y 0.90 m de espaciamiento en bolsas de 40 x 53 cm); siembra en el campo última semana de mayo, 1989.

Etiolación y estrés de trasplante

Las palmas separadas 137 cm (particularmente en bolsas grandes) presentaron la mayor tasa de elongación del raquis durante los primeros meses del vivero. Sin embargo, a partir de aproximadamente los nueve meses de edad, el efecto de la competencia por luz fue cada vez más evidente en las parcelas espaciadas a 90 cm, lo cual se asoció con un incremento en la tasa de elongación del raquis, que fue superior a los demás tratamientos y que condujo a una fuerte etiolación en estas plantas (Fig. 1).

Durante la evaluación de crecimiento en vivero a los 482 días después de la siembra, la mayor longitud promedio del raquis (165.5 cm vs. 129 cm en las palmas a 137 cm) se observó en palmas sembradas en las bolsas pequeñas, espaciadas a 90 cm, y que recibieron la dosis alta de fertilizante. En ese momento no hubo evidencia estadística de que esta variable fuera afectada por el tamaño de la bolsa o la fertilización, pero sí por la distancia entre bolsas.

Las palmas etioladas de vivero fueron menos vigorosas, y las hojas nuevas se quebraban con facilidad durante el transporte, la siembra y en los días subsiguientes a esta operación. Un mayor maltrato durante el manipuleo de estas palmas pudo ser parte de la causa por la cual necesitaron de un periodo mayor para recuperarse en el campo. El lento establecimiento en el campo de estas palmas etioladas de vivero se evidenció en la apariencia aplanada, e incluso en forma de embudo, de la parte superior de la corona de hojas. Este efecto, que duró varios meses en algunas plantas, se debe a que las hojas producidas inicialmente en el campo son de igual o menor longitud que las del vivero.

Las variables indicadoras de etiolación, durante la fase de mayor competencia por luz en el vivero fueron un mayor largo del raquis y de los folíolos, así como un menor número de folíolos por metro lineal de raquis. Sin embargo, estas mismas características, cuando fueron medidas en las hojas nuevas producidas en el campo después del trasplante (en palmas ya libres de la competencia por luz), fueron indicativas de que la planta había sido capaz de establecerse con éxito, y de que había reiniciado su crecimiento, después de superar el estrés de trasplante.

De esta manera, las palmas de material avanzado, más vigorosas en vivero y afectadas en menor grado por la etiolación, produjeron en el campo, hojas nuevas que fueron más largas, con folíolos de mayor longitud y con un número menor de folíolos por metro lineal de raquis que las palmas separadas a 90 cm en el vivero, las cuales estaban más etioladas (Fig. 1 y Fig. 4).

Las plantas de un vivero avanzado, debido a su peso y tamaño, pueden ser maltratadas durante el transporte al campo definitivo de siembra. No obstante, las palmas espaciadas en vivero a 137 cm posiblemente sufrieron menos estrés de trasplante que sus hermanas etioladas (90 cm de espaciamiento).

Claramente, las plantas testigo fueron las menos afectadas por la operación de trasplante. Estas últimas plantas mantuvieron una tasa más o menos constante de aumento en la longitud del raquis (y los folíolos) después de que fueron llevadas desde el vivero al campo (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4). Esto contrasta con las plantas de 18 meses de edad, en que se observó una reducción inicial en la tasa de crecimiento durante los primeros meses después del trasplante.

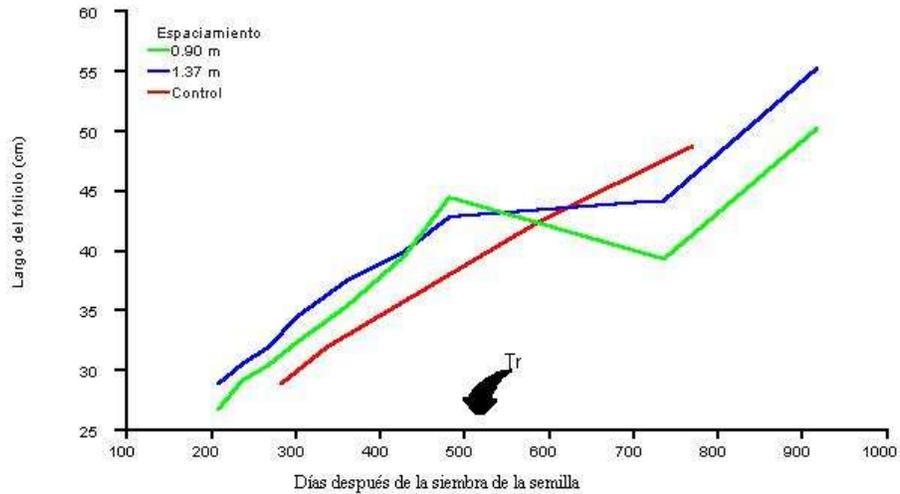


Fig.4. Largo del foliolo en vivero y campo, en material Deli x AVROS sembrado a dos distancias en vivero. Tr = Trasplante al campo.

Si se utiliza como criterio de etiolación un mayor número de foliolos/m de raquis, el tratamiento de vivero que produjo más estrés de trasplante fue la combinación de bolsas más pequeñas, espaciamento menor y ausencia de poda: 118.6 vs. 97.5 foliolos/m en la combinación opuesta de estos factores, a los seis meses después del trasplante.

Las plantas testigo también presentaron una TEF inicialmente mayor en el campo. En el caso del material avanzado de siembra, además de una TEF inicialmente menor, la TER (Fig. 1, Fig. 3 y Fig. 4) y del peciolo, mostraron una caída durante los primeros meses después del trasplante.

Precocidad y rendimiento inicial

A los diez meses después del trasplante al campo, las palmas provenientes del vivero distanciado a 137 cm tenían, en promedio, tres veces más inflorescencias femeninas en anthesis y racimos que las palmas desarrolladas a 90 cm en el vivero (1.4 vs. 0.4). Las palmas podadas antes del trasplante tenían significativamente menos racimos que las no podadas (0.5 vs. 1.1 racimos). Aunque este efecto temprano negativo de la poda no se manifestó posteriormente en el rendimiento acumulado, sí es una indicación de que una poda excesiva podría ser detrimental para la planta y su potencial de rendimiento.

Durante dos meses (26 y 27 meses después del trasplante al campo), la producción de las parcelas 90 (plantas de material avanzado provenientes de bolsas espaciadas a 90 cm en el vivero) fue superior al de las parcelas 137 (espaciado a 137 cm en el vivero). Las parcelas testigo también superaron, durante parte del periodo inicial, la producción de las parcelas 137. De esta manera, el acumulado de fruta fresca del testigo a los 28 meses después del trasplante superó al de las parcelas 137 en un equivalente a 1.58 t/ha. Sin embargo, dos meses después los rendimientos se habían nivelado. A partir de ese momento, las parcelas 137 han producido significativamente más que los testigos. A los 37 meses, las parcelas 137 habían producido un

equivalente a 6.04 t/ha más de fruta fresca que los testigos (Cuadro 3, Fig. 5). Después de este período, los rendimientos han sido similares en las parcelas 90, las testigo y las 137. No obstante, siempre se ha mantenido la ventaja inicial obtenida por las parcelas 137, la cual más bien ha aumentado levemente con el tiempo. A los 72 meses después del trasplante, la producción acumulada de las parcelas 137 fue 7.35 t superior a las testigo, pero solo 2.2 t superior a las parcelas 90 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Acumulado (No. de racimos y peso de racimos/ha en palmas Deli x AVROS provenientes de material avanzado de siembra (18 meses de vivero, dos espaciamientos y dos tamaños de bolsa) y un testigo (13 meses de vivero y 90 cm de espaciamiento en bolsas de tamaño estándar)

Meses	90 cm	137 cm	40 x 53 cm (P)	51 x 61 cm (G)	90 x P	90 x G	137 x P	137 x G	Testigo
24	NRC 343.9	412.4	346.2	410.1	342.9	344.9	349.6	475.3	252.6
	KGS 1099.8	1414.6	1081.5	1432.9	1013.4	1186.1	1149.5	1679.6	603.1
30	NRC 2293.0	1822.9	2099.0	2016.9	2379.4	2206.6	1818.6	1827.2	2158.3
	KGS 11345.0	9933.9	10819.0	10459.8	11665.1	11024.9	9973.0	9894.7	9729.6
36	NRC 3794.5	3877.2	3971.6	3700.1	4042.4	3546.5	3900.7	3853.7	3610.3
	KGS 19196.8	21933.3	21181.2	19949.0	20292.6	18101.1	22069.8	21796.9	16593.6
42	NRC 4938.5	4792.8	4970.2	4761.0	5113.6	4763.4	4826.9	4758.7	4580.8
	KGS 25935.8	27710.5	27218.1	26428.1	26598.7	25272.9	27837.6	27583.4	22161.1
48	NRC 6634.9	6680.3	6810.4	6504.8	6903.1	6366.8	6717.7	6642.9	6320.6
	KGS 39931.4	42690.2	42132.5	40489.1	41558.8	38304.0	42706.1	42674.3	36463.7
54	NRC 7466.8	7461.8	7622.7	7305.9	7762.4	7171.2	7483.0	7440.6	7110.9
	KGS 48018.4	50365.7	50263.7	48120.4	50157.7	45879.0	50369.6	50361.8	43715.5
60	NRC 8939.2	8674.3	9058.7	8554.8	9326.1	8552.2	8791.2	8557.5	8746.8
	KGS 61450.0	62785.2	64096.4	60138.8	64504.3	58395.6	63688.5	61882.0	57928.2
66	NRC 9823.6	9617.1	9969.9	9470.8	10199.3	9447.9	9740.6	9493.6	9674.4
	KGS 69614.6	72604.4	72905.5	69313.4	72557.6	66671.5	73253.5	71955.3	66196.5
72	NRC 10830.9	10473.4	10926.3	10378.1	11193.7	10468.1	10658.8	10288.1	10584.9
	KGS 81462.3	83651.8	84898.2	80216.0	84708.5	78216.1	85087.9	82215.8	76297.3

* Meses después de la siembra. NRC = Número de racimos, KGS = Kg de Fruta Fresca

La ventaja en rendimiento la obtienen las parcelas 137 durante los picos de cosecha, particularmente el primero (Fig. 6). Además, estas parcelas sostienen los rendimientos por encima de los testigos y las parcelas 90, durante 4-6 meses más después de que ha pasado el mes de mayor producción (Fig. 6). Esto implica una fluctuación menos brusca en los rendimientos, que constituye una ventaja extra del material de desarrollo avanzado. Este comportamiento es una indicación de que las fluctuaciones anuales en los rendimientos de la palma aceitera pueden ser suavizadas mediante prácticas agronómicas. En este caso es esperable que palmas más

vigorosas tengan más reservas en el tronco que les permiten sostener una mayor producción durante más tiempo.

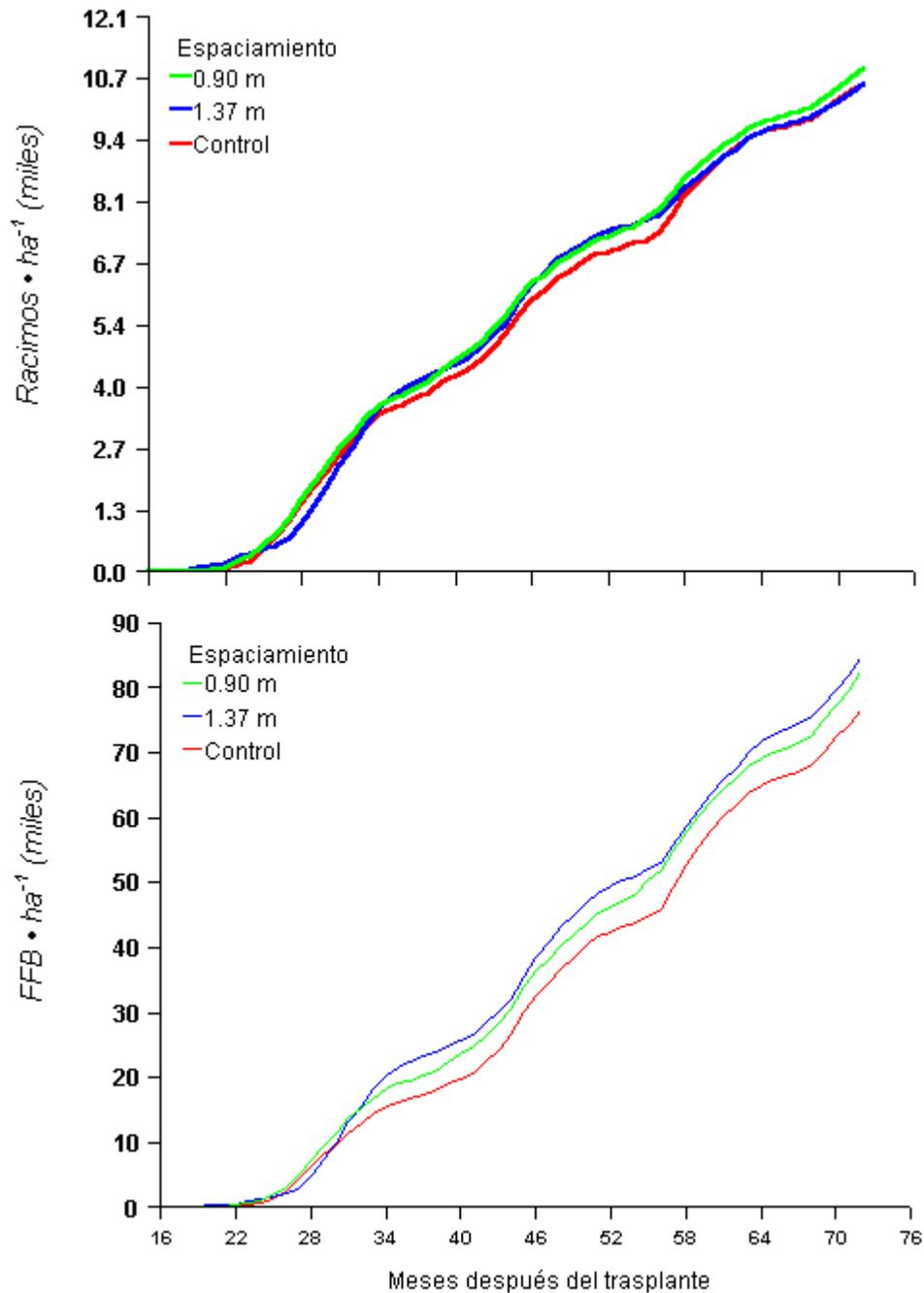


Fig. 5. Rendimiento acumulado en palmas Deli x AVROS, provenientes de material avanzado de siembra (18 meses de vivero y 2 espaciamientos) y un testigo (13 meses de vivero y 0.90 m de espaciamiento en bolsas de 40 x 53 cm); siembra al campo última semana de mayo, 1989

La mayor producción de fruta fresca en las parcelas 137 está asociada, durante los últimos años de evaluación, con un peso promedio mayor de los racimos, aunque el número de racimos tiende a ser menor que en las parcelas 90 (Fig. 7a y Fig. 7b). Esto implica otra ventaja adicional del

material 137, ya que un menor número de racimos de mayor peso implica un ahorro en los costos de cosecha.

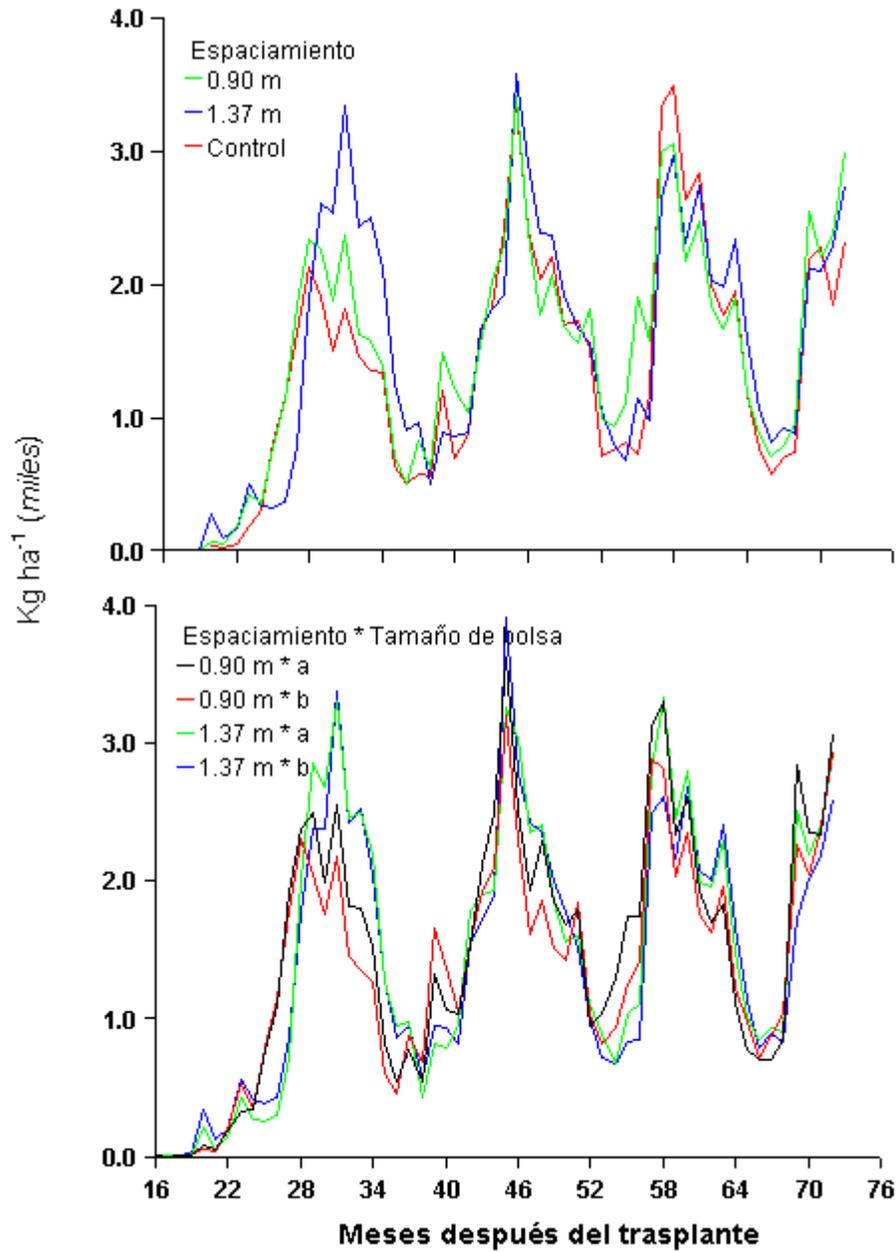


Fig. 6. Variación mensual en la producción de fruta fresca en palmas Deli x AVROS, provenientes de un vivero de 18 meses, sembrado a dos distancias y dos tamaños de bolsa, (a = 40 x 53 cm; b = 51 x 61 cm); siembra en el campo última semana de mayo, 1989. El testigo se mantuvo por 13 meses en vivero en bolsas (40 x 53 cm), espaciadas a 0.90 m.

La producción acumulada no ha sido influenciada por el tamaño de la bolsa utilizada ni por la fertilización dada en vivero. No obstante, se ha mantenido el efecto negativo de la combinación en vivero de bolsas grandes, espaciadas a 90 cm (Fig. 8).

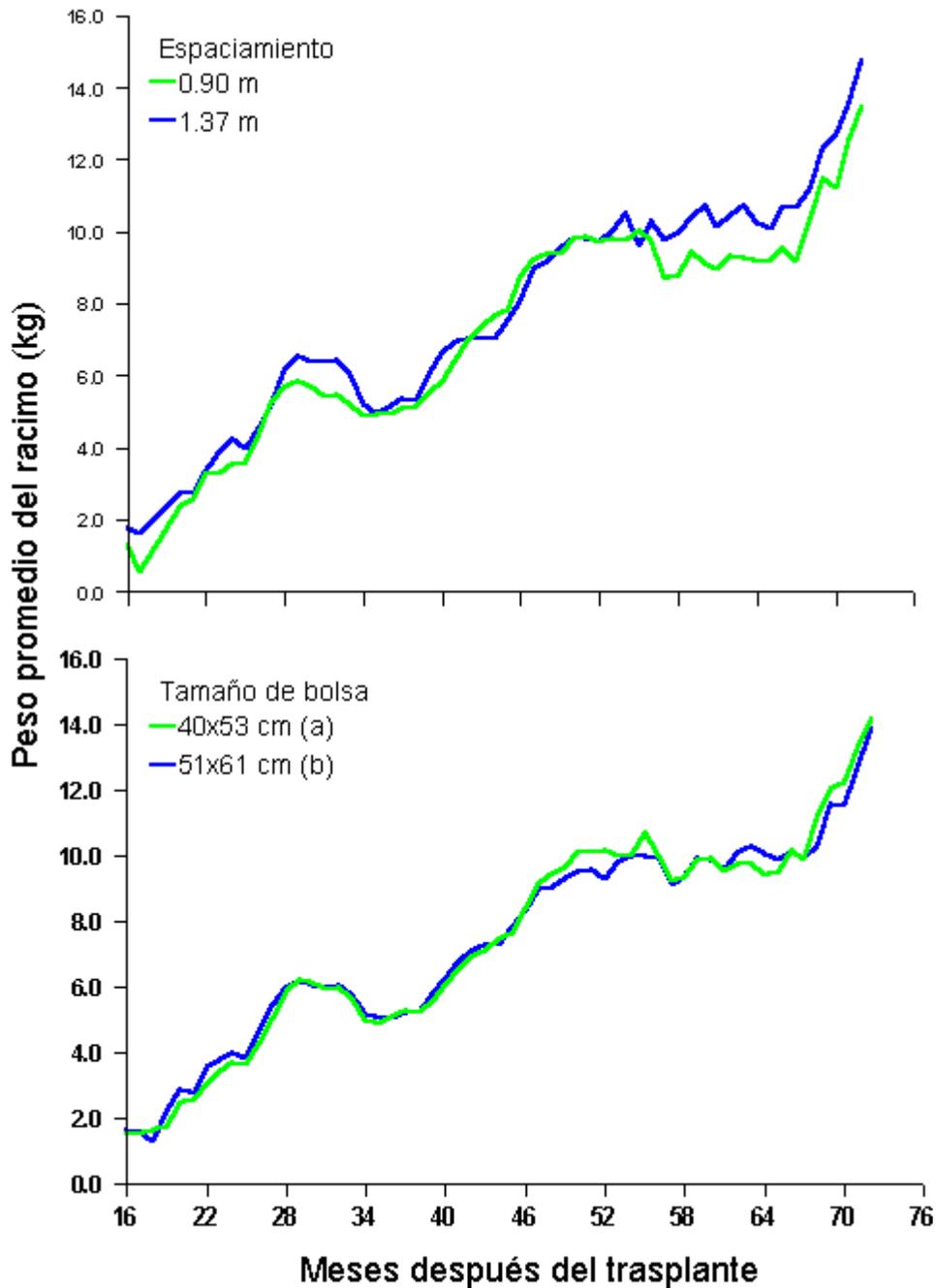


Fig. 7a Peso promedio del racimo en palmas Deli x AVROS, provenientes de un vivero de 18 meses, sembrado a dos distancias y dos tamaños de bolsa; siembra en el campo última semana de mayo, 1989.

Los componentes del racimo fueron analizados una única vez, cuando las plantas tenían 34 meses de transplantadas en el campo. Para esto se tomaron racimos al azar en todas las parcelas según los tratamientos de vivero. La comparación de los componentes del racimo no determinó la existencia de diferencias significativas entre la fruta obtenida en las parcelas 90 y aquella proveniente de las parcelas 137 ("t" de Student, $P=0.05$). Sin embargo, fue notoria una tendencia en varias variables a ser mayores en las parcelas 137, entre estas el aceite en el mesocarpio.

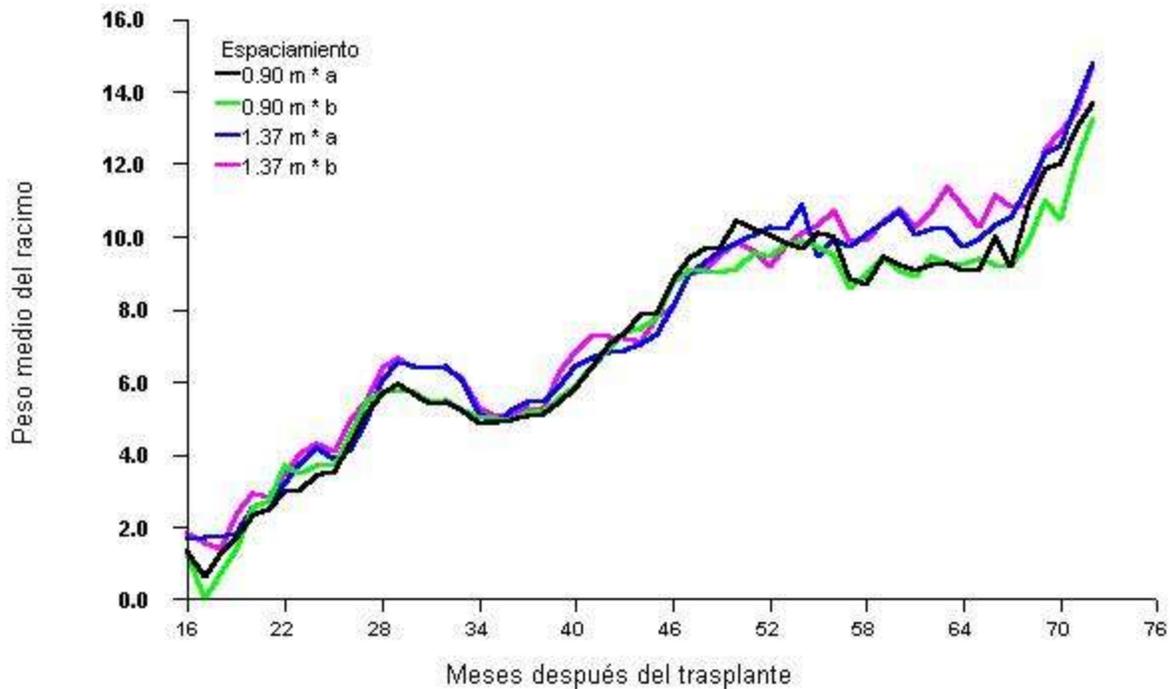


Fig. 7b Peso promedio del racimo en palmas Deli x AVROS, provenientes de un vivero de 18 meses, sembrado a dos distancias y dos tamaños de bolsa; siembra en el campo última semana de mayo, 1989.

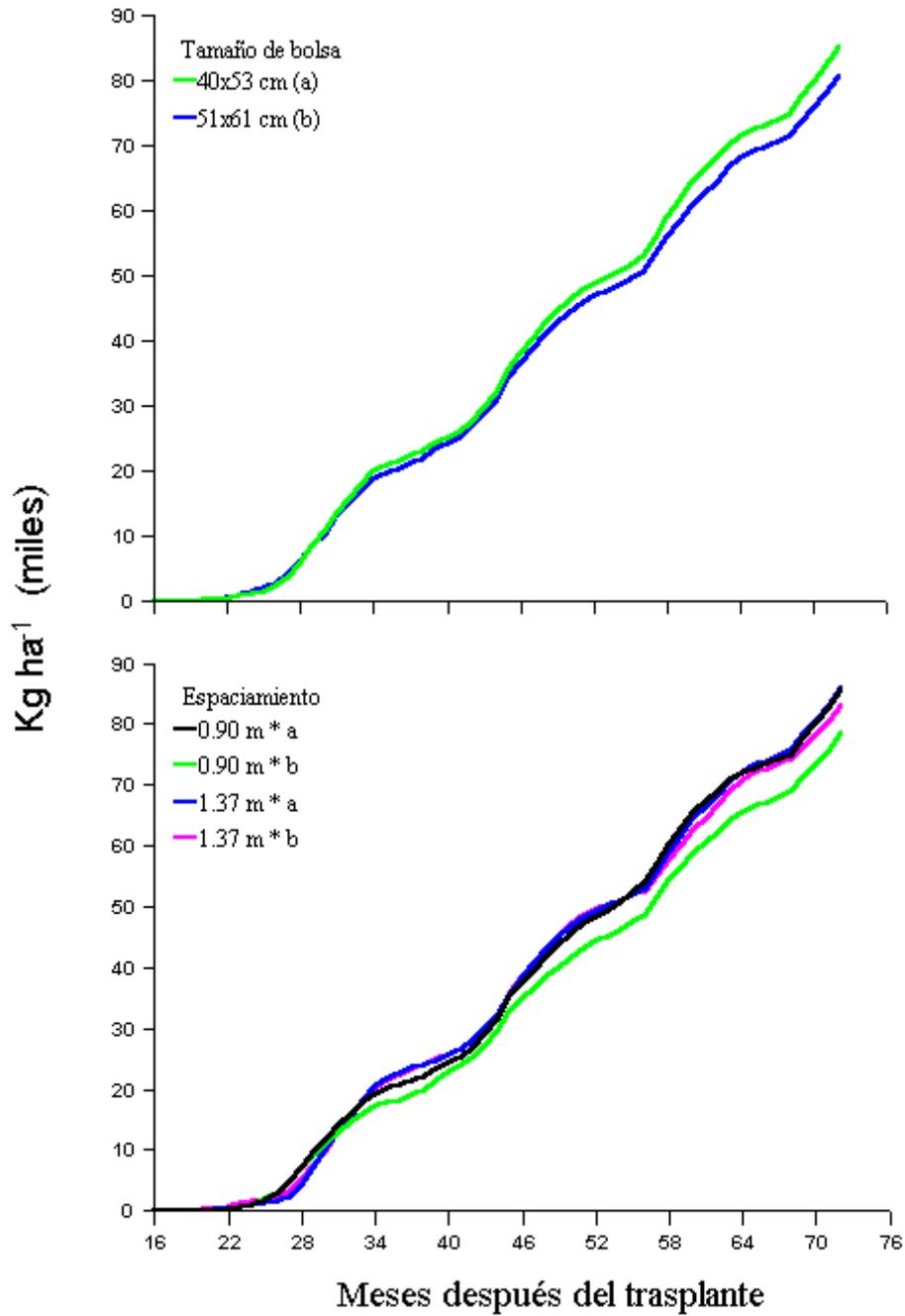


Fig. 8. Efecto del tamaño de bolsa sobre la producción acumulada de fruta fresca en palmas Deli x AVROS, provenientes de un vivero de 18 meses de edad, sembrado a dos distancias y en dos tamaños de bolsa; siembra en el campo última semana de mayo, 1989.

Conclusiones

Un objetivo fundamental en toda explotación comercial de palma aceitera es la recuperación de la inversión en un plazo tan corto como sea posible. Esto puede lograrse, en parte, produciendo mejores plantas de vivero, que tengan la capacidad de establecerse con rapidez en el campo, y con el potencial de alcanzar una alta producción de fruta en los primeros años. Los resultados de estas pruebas muestran las ventajas de prolongar el periodo normal de vivero, y de brindar a cada planta la oportunidad de recibir tanta luz solar como sea posible, con el fin de obtener un desarrollo más vigoroso.

El vivero tradicional en palma aceitera consiste en plantas desarrolladas en bolsas de dimensiones cercanas a 40x53 cm, que son espaciadas en las esquinas de un triángulo equilátero de 90 cm o menos de lado. Estas plantas se mantienen en estas condiciones por aproximadamente 12 meses antes de llevarse al campo definitivo.

El concepto de material de siembra de desarrollo avanzado implica la prolongación de la etapa de vivero a 18 meses o más (Ducket 1989, Hashin *et al.* 1987, Khoo y Chew 1976, Naseeb *et al.* 1987). Esto obliga a aumentar el espaciamiento de las bolsas para reducir la etiolación. Otras prácticas que se considera que ayudan en un vivero de desarrollo avanzado son la utilización de bolsas de mayor volumen y un aumento en la fertilización (Hashin *et al.* 1987).

Nuestra experiencia en Costa Rica ha comprobado que el uso de un material de vivero de desarrollo avanzado dio origen a plantas más vigorosas en la fase de campo, más precoces y con un mayor potencial de rendimiento de fruta. Además de estas ventajas, parecen existir otras cuyas consecuencias económicas deben también ser consideradas:

- Picos de cosecha suavizados lo cual implica una mejor distribución de los rendimientos en el año.
- Mayor rendimiento global con menos racimos de mayor peso, lo cual incide en los costos de cosecha.
- El período de mayor susceptibilidad en el campo, al ataque por *Strategus aloeus*, ratas, y otros animales como vacas y cerdos se reduce, pues la planta llevada al campo es de mayor tamaño y crece más rápidamente, con lo cual escapa al daño. Adicionalmente, la planta puede tolerar mejor el daño ocasionado por *S. aloeus* y por ratas debido a un mayor diámetro del "bulbo basal".

Un problema apuntado al uso del material de desarrollo avanzado ha sido el riesgo de aumentar el estrés de trasplante. No obstante, la evidencia apunta a que las plantas etioladas son más susceptibles de sufrir un mayor maltrato durante las labores de trasplante. Obviamente, el estrés de trasplante es menor en palmas más jóvenes, pero no es obvio que este menor estrés compense las demás ventajas de un buen material de desarrollo avanzado.

La práctica de usar 90 cm para espaciar las bolsas de un vivero es una regla que puede ser contraproducente. Con más frecuencia de la esperada, surgen imprevistos que obligan a prolongar la permanencia de un vivero más allá de lo planeado. Ante esta situación, el productor

se encuentra con la disyuntiva de separar las bolsas cuando las plantas están ya establecidas (cosa que no siempre puede o desea hacer), o bien, de tomar el riesgo de poder sacar las plantas antes de que sufran una etiolación excesiva.

En el caso de tomar la primera opción, el productor está incurriendo en un gasto extra, y ocasionando un maltrato adicional a las plantas. Si opta por mantener el espaciamiento original, y el periodo de vivero se extiende excesivamente, obtendrá plantas muy etioladas, débiles, con pocas reservas de energía, y que sufrirán de un gran maltrato durante la siembra.

En un intento por minimizar el problema, el productor usualmente recurre a podas severas (a veces repetidas) del follaje, lo cual tiene como consecuencia que estas plantas tengan un lento proceso de establecimiento en el campo, y un atraso considerable en la entrada en producción. Al no darse las condiciones apropiadas de espaciamiento entre plantas, su edad se convierte en un factor en contra para obtener una planta deseable para la siembra. Por otro lado, un espaciamiento apropiado de las bolsas, planeado con anticipación a la siembra del vivero, le permitirá al "viverista" enfrentar con éxito cualquier eventualidad, y en forma adicional aprovechar los beneficios de obtener una planta más vigorosa para llevar al campo.

Las experiencias de Malasia con diferentes tipos de material de vivero de desarrollo avanzado indican también que el uso de bolsas más grandes ayudan a la obtención de mejores plantas. Nuestros datos muestran una tendencia a un mejor crecimiento vegetativo en vivero en palmas desarrolladas en bolsas más grandes que el tamaño estándar. Sin embargo, las diferencias han desaparecido en la fase de campo. La producción de racimos no ha sido afectada por el tamaño de la bolsa del vivero. Por otro lado, el uso de bolsas de gran tamaño aumenta los costos de materiales y de mano de obra. También se observó un efecto negativo muy evidente sobre el crecimiento y la producción, en plantas desarrolladas en las bolsas grandes que fueron espaciadas a 90 cm.

Al igual que en el caso del tamaño de la bolsa, el uso de altas dosis de fertilizante en la etapa de vivero no parece aportar un beneficio adicional. Altas dosis de una fertilización no balanceada pueden incluso aumentar la severidad de enfermedades como la antracnosis (*Colletotrichium gloeosporioides*).

Es muy probable que bolsas más grandes, y un programa balanceado de fertilización, tengan un impacto positivo que no pudo ser determinado a partir de este experimento. Por ejemplo, existe la necesidad de evaluar la interacción entre diferentes tipos de suelo (con diferentes condiciones físicas y químicas), cruces genéticos y diferentes programas de fertilización. De igual manera, el tamaño y forma de la bolsa podrían afectar el desarrollo de la planta, según el periodo de permanencia en el vivero. En la actualidad se encuentran en progreso varios experimentos para intentar esclarecer el papel de estos factores.

Literatura

- Chinchilla, C. Ml.; Umaña, C. H. y Richardson, D. L. 1990. Desarrollo de material avanzado de siembra en viveros de palma aceitera. Informe interno, Palma Tica, Programa de Investigaciones en Palma Aceitera. Coto, Costa Rica. 59p.
- Chinchilla, C. Ml.; Umaña, C. H. y Richardson, D. L. 1990. Material de desarrollo avanzado en viveros de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin). I. Espaciamiento y volumen de la bolsa. Turrialba 40(4): 428-439.
- Chinchilla, C. Ml.; Umaña, C. H.; Richardson, D. L. y Castrillo, G. 1992. Material de desarrollo avanzado en viveros de palma aceitera. IV. Tamaño y forma de la bolsa. ASD Technical Papers, Costa Rica. (en revisión).
- Corley, R. H. V. and Breure, C. J. 1981. Measurements in oil palm experiments. London, Unilever Plantation Group. 35p.
- Ducket, J. E. 1989. A guide to oil palm nurseries. Kuala Lumpur, Malaysia. The Incorporated Society of Planters. 109p.
- Hartley, C. W. S. 1988. The Oil Palm. Third edition. New York. John Wiley & Sons, Inc. 761p.
- Hashin, M. T.; Tan, T. K. and Yeow, K. H. 1987a. Field evaluation of oil palm advanced planting material. *In* Int. Palm Oil\Oil palm Conferences, Agriculture (1987, Kuala Lumpur, Malaysia). Proceedings. Kuala Lumpur, Malaysia, PORIM. p. 369-395.
- Hashin, M. T.; Yeow, K. H. and Poon, Y. C. 1987b. Recent developments in nursery practice; potting media. *In* International Palm Oil\Oil Palm Conferences, Agriculture (1987, Kuala Lumpur, Malaysia). Proceedings. Kuala Lumpur, Malaysia, PORIM. p. 369-371.
- Khoo, K. T. and Chew, P. S. 1976. Effect of age of oil palm seedlings at planting out on growth and yield. *In* International Development on Oil Palm. Ed. by D. A. Earp and N. Newall. Kuala Lumpur, Malaysia. The Incorporated Society of Planters. p.107-115.
- Naseeb, M.; Long, S. G. and Wood, B. J. 1987. Trials on reducing the non-productive period at oil palm replanting. *In* International Oil Palm\Palm Oil Conferences, Agriculture (1987, Kuala Lumpur, Malaysia). Proceedings. Kuala Lumpur, Malaysia, PORIM. p. 372-390.
- Naseeb, M.; Letchumanan, A. and Loong, S. G. 1991. Sime Darby's early experiences with oil palm advanced planting materials. *In* Abstracts, 1991 Porim International Palm Oil Conference (1991, Kuala Lumpur, Malaysia). Abstracts. Kuala Lumpur, Malaysia, PORIM. p. 99.
- Umaña, C. H.; Chinchilla, C. Ml. y Richardson, D. L. 1990. Material de desarrollo avanzando en viveros de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin). II. Condiciones del substrato. Turrialba 40 (4): 440-451.

Variación estacional en la tasa de extracción de aceite en palma aceitera

Amancio Alvarado¹ y Francisco Sterling

Resumen

Con el fin de conocer algunos factores que afectan la variación en la extracción de aceite en el racimo, a nivel de laboratorio e industrial, se llevó a cabo un estudio desde 1990 hasta 1995 en un plantación de palma aceitera ubicada en el Pacífico Sur de Costa Rica. Semanalmente se recolectaron de cuatro a seis racimos maduros de origen Deli x AVROS que fueron analizados por sus componentes, al tiempo que se tomaron datos climáticos y se registró la tasa de extracción industrial.

Se observó un comportamiento estacional en el peso promedio del racimo y en el porcentaje de frutos en el racimo. Dicho comportamiento fue asociado con la estacionalidad del clima. La variación en el total de frutos en el racimo puede estar asociado al exceso de precipitación y su efecto sobre la viabilidad o disponibilidad de polen y sobre la actividad o población de los insectos polinizadores.

El porcentaje de aceite en el mesocarpio también mostró variaciones a través del año, mientras que el porcentaje de aceite en el racimo fue mayor durante el segundo semestre. La tasa de extracción industrial presentó un comportamiento similar a lo observado en el laboratorio.

Introducción

Las plantas extractoras de aceite de palma en Costa Rica presentan fluctuaciones anuales en la tasa de extracción. Este comportamiento también ha sido documentado en otros países, especialmente en Malasia, donde ha sido objeto de considerables estudios en los últimos años.

Los siguientes factores se citan en la literatura (Chan y Lee 1993; Chow 1993; Lee y Shawaluddin 1993) como las principales causas de estas fluctuaciones:

- Tipo de material genético, edad de la plantación y contaminación de palmas tipo dura.
- Variación en la conformación del racimo, provocada por los cambios estacionales del clima que afectan la eficiencia de la polinización. Esto último está estrechamente relacionado con la fluctuación de las poblaciones de insectos polinizadores, así como con la disponibilidad y la viabilidad del polen.
- Factores climáticos (p. ej. lluvia y luminosidad) y geográficos que afectan la fisiología del cultivo.
- Manejo de las rutinas de cosecha, tales como disponibilidad de mano de obra, espaciamiento de los ciclos de corta, definición de estándares de madurez y pérdidas de fruta suelta durante la recolección y transporte de la fruta.
- Eficiencia de la maquinaria de proceso.

¹ ASD de Costa Rica, a.alvarado@asd-cr.com

Con el propósito de determinar los principales factores que influyen sobre los diferentes componentes del racimo, y en la tasa de extracción de aceite, se realizó el análisis de la composición de los racimos durante un período prolongado, al tiempo que se registraron algunas variables de tipo ambiental.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de enero de 1990 a julio de 1995 en una plantación de palma aceitera perteneciente a la Compañía Palma Tica, en el Pacífico Sur de Costa Rica.

Semanalmente se tomaron entre cuatro y seis racimos con un grado de madurez de al menos tres frutos sueltos antes de la cosecha. Los racimos provinieron de un grupo de 60 palmas de origen Deli x AVROS obtenidas de una misma progenie sembrada en 1986.

Los racimos fueron llevados al laboratorio para el análisis de sus componentes según la metodología de Blaak et al. (1963). Al mismo tiempo se recopilaban datos climáticos en la estación meteorológica del lugar (Coto 47), y se incluyeron los registros de extracción de aceite y de almendra de una planta extractora cercana, correspondientes a los mismos períodos.

Se realizaron análisis de correlación simple entre los componentes del racimo, la tasa de extracción en el laboratorio y diferentes variables climáticas, considerando que el posible efecto de las variables externas sobre las características del racimo pudo ocurrir con algunos meses de anterioridad a la fecha en que se realizó el análisis de laboratorio.

Resultados y discusión

Estudio de los componentes del racimo en el laboratorio

El Cuadro 1 contiene los promedios mensuales de las variables de composición del racimo y extracción de aceite en el laboratorio e industrial. En las figuras uno a siete se incluye la variación en estos mismos componentes durante todo el período evaluado. El peso promedio de los racimos mostró un comportamiento estacional que se asoció al patrón de lluvia (Fig.1).

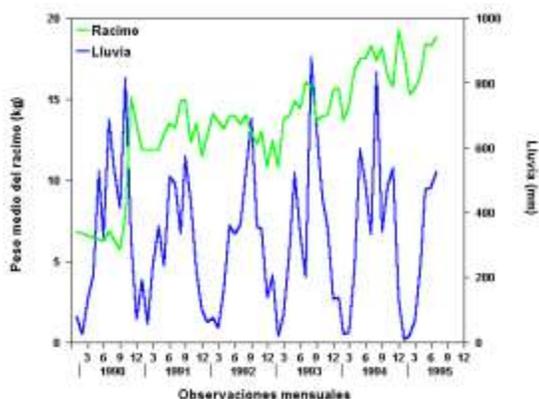


Fig. 1. Variación en el peso promedio del racimo en palmas Deli x AVROS sembradas en 1986 en Coto. Período enero de 1990 a julio de 1995

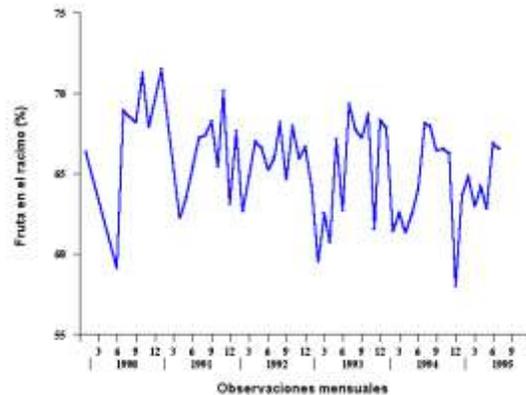


Fig. 2. Variación en el porcentaje de frutos en el racimo en palmas Deli x AVROS sembradas en 1986 en Coto. Período enero 1990 a julio 1995.

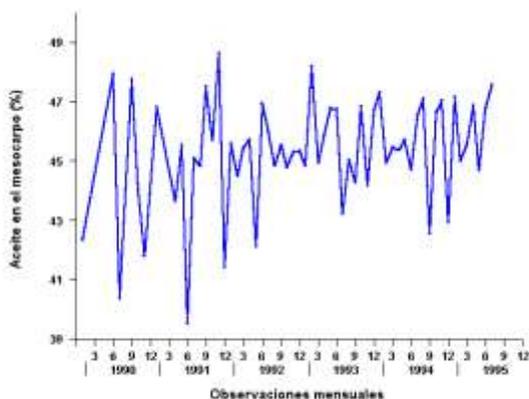


Fig. 3. Variación en el porcentaje de aceite en el mesocarpio en palmas Deli x AVROS sembradas en 1986 en Coto. Enero 1990 a julio de 1995.

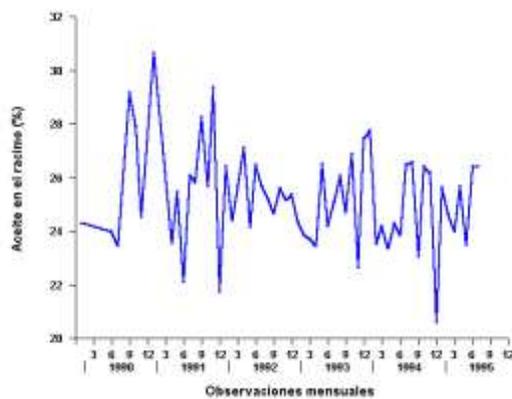


Fig. 4. Variación del porcentaje de aceite en el racimo en palmas Deli x AVROS sembradas en 1986 en Coto. Enero de 1990 a julio de 1995.

La eficiencia de la polinización, medida a través de la proporción de frutos fértiles (FF/B), y el total de frutos en el racimo (F/B), también fue afectada por la variación estacional del clima (Fig.2). Estas variables aumentan a partir de mayo y alcanzan el pico en el mes de agosto; el menor valor de F/B se observó entre febrero y abril (Cuadro 1). Durante el período completo de estudio, el contenido de aceite en el mesocarpio (O/M), mostró una tendencia a aumentar. No obstante, no se observó ninguna tendencia clara en la fluctuación dentro de ningún año en particular (Fig. 3).

Cuadro 1. Variación anual de las variables de producción y de análisis de racimo en palmas Deli x AVROS sembradas en 1986 en Coto, y en la plantación comercial. Período de evaluación de enero de 1990 a julio de 1995

Mes	RAC	F/B	O/M	O/B	Extracción	t/ha	Bunch
Ene	14.1	66.9	46.3	26.0	22.0	1.0	14.5
Feb	13.5	62.1	45.6	24.1	22.1	1.0	14.0
Mar	14.4	63.2	45.3	24.4	22.5	1.3	13.8
Abr	14.5	63.1	45.5	24.6	22.7	1.5	14.0
May	15.5	64.5	45.0	24.8	22.4	1.8	14.8
Jun	15.5	64.8	44.9	24.6	22.7	1.7	15.2
Jul	16.0	67.4	45.7	25.9	22.9	1.8	15.5
Ago	15.5	67.8	45.4	25.9	22.1	1.7	15.6
Set	15.6	67.0	45.2	25.4	22.0	1.5	15.1
Oct	14.6	66.6	45.9	25.8	22.0	1.4	14.3
Nov	14.8	65.9	46.2	25.7	22.0	1.2	14.2
Dic	14.3	64.0	44.1	23.8	22.5	1.1	14.2

RAC = Peso del racimo; F/B =% fruto en racimo; O/M=% de aceite en mesocarpio;O/B = % aceite en racimo; % de extracción industrial; t/ha = rendimiento (t/ha/mes); Bunch = peso racimo (área comercial)

El peso del racimo aumentó a partir del mes de abril y alcanzó el máximo valor en julio. El menor peso promedio se observó entre enero y marzo, en tanto que el período comprendido entre julio y diciembre se caracterizó por un alto peso promedio de los racimos cosechados (Cuadro 1). Durante el período de estudio el peso de racimo tuvo una tendencia creciente en el largo plazo, atribuible al aumento en la edad de la plantación.

La relación de aceite en el racimo (O/B) fue baja en el primer semestre del año y descendió a los valores mínimos en los meses de febrero y marzo. En el segundo semestre se registraron las mayores tasas de extracción, especialmente en los meses de julio y agosto (Cuadro 1).

El análisis de correlación entre los componentes del racimo (Cuadro 2), indica que la proporción de frutos en el racimo fue el principal componente de la variación total observada en la variable aceite en el racimo. El coeficiente de correlación entre ambas variables fue de 0.76 ($p < 0.01$). El contenido de aceite en el mesocarpio, con un coeficiente de correlación de 0.35 ($p < 0.05$) fue el segundo factor determinante del cambio de respuesta observado en el O/B.

El fruto en el racimo estuvo correlacionado en forma positiva con la cantidad de horas luz, y negativamente con la precipitación ocurrida cinco y seis meses antes de la cosecha, período en el cual ocurre la polinización. El contenido de aceite en el mesocarpio estuvo negativamente correlacionado con la evaporación registrada tres y cuatro meses antes de la cosecha (Cuadro 3).

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre componentes del racimo en palmas de origen Deli x AVROS plantadas en 1986. Período de estudio, enero de 1990 a julio de 1995. Coto, Costa Rica

	S/B	Ff/B	FP/B	F/B	M/F	Sh/F	k/F	K/B	O/M	O/Ms	O/B	
RAC	0.17	0.10	-0.33*	-0.07	-	0.39**	0.48**	0.33**	0.31*	0.50**	0.54**	0.09
S/B	-	-0.03	0.12	0.08	0.05	-0.06	-0.04	-0.03	-0.16	-0.18	-0.03	
Ff/B	-	-	-	0.90**	-	0.39**	0.30*	0.45**	-0.02	0.06**	0.64**	
FP/B	-	-	-	0.45**	0.44**	-	-	-	-0.08	-0.38**	-0.21	
F/B	-	-	-	-	-0.19	0.20	0.19	0.36**	-0.11	-0.19	0.76**	
M/F	-	-	-	-	-	0.97**	0.98**	0.97**	-0.54**	-0.31	-0.03	
Sh/F	-	-	-	-	-	-	0.93**	0.92**	0.53**	0.36**	0.05	
K/F	-	-	-	-	-	-	-	0.98**	0.52**	0.27	0.01	
K/B	-	-	-	-	-	-	-	-	0.49**	0.24	0.16	
O/M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59**	0.35*	
O/Ms	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	

RAC = Peso medio del racimo; S/B = % de raquis en el racimo; Ff/B = % de fruto fértil en el racimo; Fp/B = % de fruto partenocárpica en el racimo; F/B = % de fruto en el racimo; M/F = % de mesocarpio en el fruto; Sh/F = % de cuesco en el fruto; K/F = % de almendra en el fruto; K/B = % de almendra en el racimo; O/M = % de aceite en el mesocarpio; O/Ms = % de aceite en el mesocarpio (seco); O/B = % de aceite en el racimo

Durante la época lluviosa la proporción de frutos fértiles en el racimo fue consistentemente más elevada que en el período seco. Esta variable se asocia con eventos que ocurren de cinco a cinco y medio meses antes de que los racimos sean cosechados, es decir, durante su polinización. Así, por ejemplo, la determinación del total de frutos fértiles en los racimos cosechados entre febrero y abril ocurre entre los meses de setiembre a noviembre, durante los meses de mayor precipitación, lo cual se considera la causa de la pobre polinización de dichos racimos. Esto coincide con la menor población de insectos polinizadores, una reducida actividad de los mismos y con la rápida pérdida de viabilidad del polen debido, en parte, a la mayor humedad ambiental (Chinchilla y Richardson 1989).

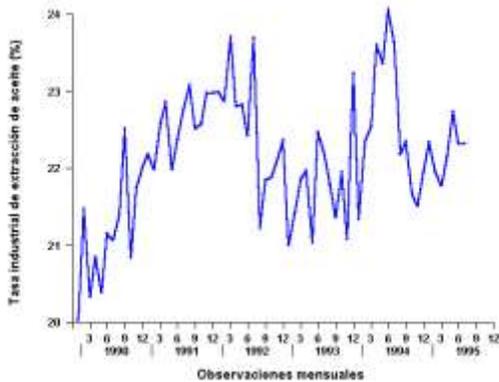


Fig. 5. Variación en la tasa de extracción industrial de aceite en la Planta de Coto 54. Período de evaluación de enero de 1990 a julio de 1995

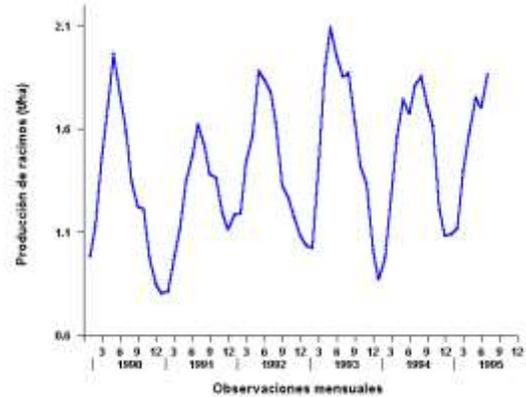


Fig. 6. Variación en la producción de racimos. Período de evaluación de enero de 1990 a julio de 1995.

El hecho de que el número de inflorescencias masculinas puede ser mayor entre junio y noviembre, período en que son polinizadas las inflorescencias de los racimos cosechados entre diciembre y abril, es una indicación de que el bajo valor de F/B en la época seca, no sea falta de polen, sino una caída en la viabilidad del mismo en los meses de mayor precipitación. La lluvia podría actuar también desprendiendo el polen de la inflorescencia, o bien dificultando su adherencia a los insectos. Esta es una área importante de investigación.

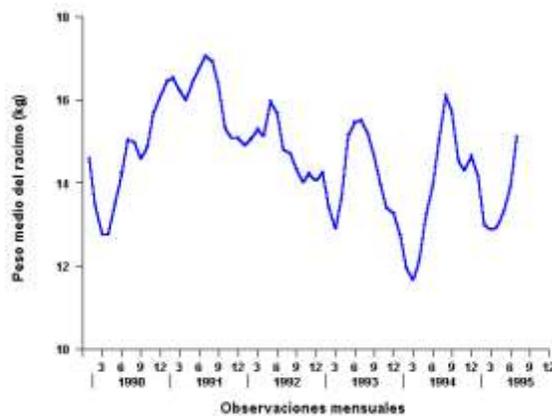


Fig. 7. Variación en el peso promedio del racimo. Período de evaluación de enero de 1990 a julio de 1995

En resumen, la baja proporción de frutos en el racimo y el bajo contenido de aceite en el mesocarpio son los responsables de la baja tasa de extracción de aceite en el racimo (O/B) durante los primeros meses del año. La reducción en O/B a partir de setiembre parece tener relación con la disminución en el O/M registrado en agosto (Cuadro 1).

Tasa de extracción industrial (TEI) de aceite

La variación en la TEI posee un componente estacional; se inicia con valores mínimos en enero y febrero, que se incrementan entre marzo y julio, y luego declinan a partir de agosto (Cuadro 1).

Además de la distribución anual, se presenta otra estacionalidad con un componente cíclico de dos a tres años de duración (Fig. 5). Este comportamiento es evidente a partir de 1991, cuando se mejoró la eficiencia de la extractora.

Los racimos que ingresan a la planta extractora son muy heterogéneos, mientras que aquellos escogidos para este estudio eran bastante homogéneos. No obstante, la variación anual en la tasa de extracción es similar en ambas situaciones. Esto permite suponer que hay algunos factores ambientales importantes que determinan este comportamiento.

Una alta carga de racimos bajo condiciones limitadas de luz, conduce a una menor producción de aceite que tiene que ser distribuida entre muchos racimos. El resultado de esto puede llevar a grandes variaciones en O/B y en la tasa de extracción industrial de aceite (Chow 1993). La planta necesita invertir más energía para producir aceite que carbohidratos. Esto significa que la formación de una alta cantidad de racimos es incompatible con una alta producción de aceite (Henson 1993).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre las variables fruto/racimo y aceite/mesocarpio con algunas variables climáticas. Período de estudio entre enero 1990 a julio 1995. Coto, Costa Rica

MBH	Fruto en el racimo					Aceite en el mesocarpio				
	HSM	Evap.	Rain	Tmax.	Tmin.	HSM	Evap.	Rain	Tmax.	Tmin.
0	-0.66**	-0.72**	0.73**	-0.70**	0.27	0.16	-0.07	-0.08	-0.03	0.19
1	-0.84**	-0.69**	0.79**	-0.50**	0.59**	0.14	-0.14	-0.05	-0.09	0.14
2	-0.79**	-0.43**	0.63**	-0.15	0.72**	0.07	-0.22	-0.01	-0.13	0.10
3	-0.46**	0.00	0.29**	0.29*	0.61**	-0.03	-0.30*	0.02	-0.23	0.18
4	0.00	0.44**	-0.15	0.63**	0.32*	-0.12	-0.31*	0.10	-0.27	0.27
5	0.48**	0.76**	-	0.76**	-0.01	-0.14	-0.22	0.17	-0.23	0.28*
6	0.77**	0.83**	-	0.64**	-0.28*	-0.09	-0.12	0.13	-0.13	0.29*

MBH = Meses antes de la cosecha; HSM = Horas de brillo solar por mes; Evap = Evaporación (mm); Rain = lluvia (mm/mes); Tmax = Temperatura máxima (°C); Tmin = Temperatura mínima (°C)

Conclusiones

Los resultados indican que la proporción de frutos en el racimo es el principal determinante del contenido total de aceite en el racimo. Una de las posibles formas de mejorar la baja tasa de extracción industrial, en Coto entre febrero y abril, consistiría en incrementar la eficiencia de polinización en los meses de agosto a octubre.

Deben ampliarse las investigaciones sobre los aspectos que intervienen en la obtención de una polinización apropiada, tales como:

- Fluctuación anual del tamaño de la población de los insectos polinizadores.
- Patrón estacional de la producción, y viabilidad del polen.
- Aspectos nutricionales que afecten la composición del racimo.
- Las relaciones entre la tasa de extracción industrial y la cantidad de fruta fresca producida.

Literatura citada

- BLAAK, G. *et al.* 1963. Breeding and inheritance in the oil palm *Elaeis guineensis* Jacq. Part II. Methods of bunch quality analysis. J.W. Afr. Inst. Oil Palm Res., 4:146-155.
- CHAN, K.W.; LEE, K.H. 1993. OER: A concern facing the oil palm industry. Proc. Nat. Sem. Palm Oil Extr. Rate: Problems and Issues. PORIM, Malaysia. Pp. 1-16.
- CHINCHILLA, C.; RICHARDSON, D.L. 1989. Situación actual de los insectos polinizadores y la polinización en palma aceitera en Centro América. Boletín Técnico OPO - United Brands 3(2): 29-48.
- CHOW, C.S. 1993. The variability of oil extraction rate in the Malaysian palm oil industry. Proc. Nat. Sem. Palm Oil Extr. Rate: Problems and Issues, PORIM, Malaysia. Pp. 17-26.
- HENSON, I.E. 1993. Factors determining mesocarp oil to bunch ratio in the oil palm: A physiological perspective. Proc. Nat. Sem. Palm Oil Extr. Rate: Problems and Issues, PORIM, Malaysia. Pp. 27-35.
- LEE, C.H.; SHAWALUDDIN, T. 1993. Recent trends in OER in relation to MPD analyses in Golden Hope. Proc. Nat. Sem. Palm Oil Extr. Rate: Problems and Issues, PORIM, Malaysia. Pp. 79-90.