

## La edad de las plántulas en el momento de la siembra afecta el rendimiento de la palma de aceite\*

### Seedling Age at Field Planting Affecting the Oil Palm Performance

**CITACIÓN:** Ahmad Afandi Murdi, Zuraidah Yahya, Nur Zuhaili Harris Abidin Zainal Abidin, Khairuman Hashim, Zulkifli Hashim, Abd Fatah Ismail, Irman Fareez Kadir, Andi Mohd Arisman & Siti Rashidah Michael. La edad de las plántulas en el momento de la siembra afecta al rendimiento de la palma de aceite (Traductor C., Arenas). *Palmas*, 43(4), 14-25.

**PALABRAS CLAVE:** Palma de aceite, Edades de las plántulas, RFF, Medición vegetativa, Calidad de racimo.

**KEYWORDS:** Oil palm, Seedling ages, FFB, Vegetative, Measurement, Bunch quality.

\* Traducido del original Seedling Age at Field Planting Affecting the Oil Palm Performance, publicado en la revista *Oil Palm Bulletin*, 79 (November 2019), 1-8. Junta de Aceite de Palma de Malasia (MPOB). Reservados todos los derechos. El material de esta publicación se puede usar o reproducir libremente, siempre que la fuente de información se registre con precisión y se haga el reconocimiento a la Junta de Aceite de Palma de Malasia. Esta publicación en línea es compilada electrónicamente por Palm Information Centre, Malaysian Palm Oil Board (MPOB).

AHMAD AFANDI MURDI\*  
ZURAIDAH YAHYA\*  
NUR ZUHAILI HARRIS ABIDIN  
ZAINAL ABIDIN\*  
KHAIRUMAN HASHIM\*  
ZULKIFLI HASHIM\*  
ABD FATAH ISMAIL\*  
IRMAN FAREEZ KADIR\*  
ANDI MOHD ARISMAN\*  
SITI RASHIDAH MICHAEL\*

\* Concejo Malayo sobre el Aceite de Palma, 6, Persiaran Institusi, Bandar Baru Bangi, 43000 Kajang, Selangor, Malasia.  
E-mail: aafandim@mprob.gov.my

## Resumen

La siembra en campo de todas las plántulas fue satisfactoria, excepto para las más jóvenes de 6 y 8 meses de edad (tratamientos A6 y A8), que tuvieron una alta mortalidad debido al choche de trasplante y a la infestación por el ataque de plagas. Durante la etapa inmadura, el crecimiento vegetativo difirió significativamente con la edad de las plántulas. Sin embargo,

durante la etapa madura, el crecimiento vegetativo afectado por los diferentes tratamientos se hizo menos evidente, especialmente en los tratamientos A10 y A12. El resultado del análisis foliar y de suelos indicó que la absorción de nutrientes no fueron factores limitantes para el crecimiento de la palma en el sitio de estudio. No hubo diferencias significativas en el rendimiento medio acumulado de los RFF, ni en sus componentes, en los tratamientos A10 y A12 a lo largo de 8 años. La palma de aceite sembrada con plántulas de 10 meses de edad dio un rendimiento de RFF comparable con las de 12 meses. Por lo tanto, las plántulas de 10 meses de edad son adecuadas para su uso como la edad mínima recomendada para sembrar en campo. Los parámetros de calidad del racimo mostraron niveles satisfactorios en la mayoría de los tratamientos. No hubo diferencias significativas en los parámetros de calidad del racimo en los tratamientos A10 y A12. Sin embargo, los efectos de las diferentes edades de las plántulas sembradas a lo largo de 8 años mostraron que las de 12 meses de edad tuvieron un mejor rendimiento que los otros tratamientos.

## Abstract

Field establishment of all seedlings was satisfactory, except for younger seedlings aged 6 and 8 monthold (A6 and A8 treatments) which resulted in high mortality due to transplanting shock and pest's infestation. At the immature stage, the vegetative. However, at the mature stage, the vegetative growth especially between treatments A10 and A12. The result of soil and leaf analysis indicated that the soil and nutrients uptake were not the limiting factors for palm growth at the study site. There was FFB yield as well as its components in A10 and A12 treatments over eight years. Oil palm planted using 10-month-old seedlings gave comparable FFB yield with 12-month-old seedlings. Therefore, seedlings of 10-month-old are suitable to be used as the minimum age of seedlings recommended for satisfactory levels in most treatments. There were no showed that the 12-month-old seedlings gave better overall performance than other treatments.

## Introducción

La elevada demanda de plántulas de palma de aceite en todo el país se satisface mediante el aumento de la producción de semillas germinadas a nivel nacional, en la que se produjeron aproximadamente 87,60 millones en 2017. El número de operadores de viveros de palma de aceite registrados ante el Concejo Malayo de Palma de Aceite (MPOB por sus siglas en inglés) pasó de 640 en 2009 a 884 en 2018 (MPOB, 2018). El creciente número de operadores de viveros no capacitados puede llevar a un manejo inadecuado del mismo, lo que potencialmente afectará la calidad de las plántulas.

Las plántulas vigorosas son un punto de partida importante para el establecimiento exitoso de plantaciones con fructificación temprana y rendimientos deseados (Bah y Rahman, 2004; Ibrahim *et al.*, 2010). Las plántulas normales recomendadas se encuentran en el rango de 12 a 14 meses, se siembran en bolsas de polietileno de 15" x 18" y se disponen en un patrón triangular con una distancia de 0,9 m. En esta etapa,

estas han pasado por tres pasos de selección y pueden resistir al choque del trasplante. Sin embargo, para hacer sus operaciones más rentables, los operadores de viveros suelen vender plántulas jóvenes de menos de 12 meses de edad. La retroalimentación recibida de los pequeños agricultores confirmó que las plántulas jóvenes de entre 8 y 10 meses fueron más baratas y ligeras, ya que fueron sembradas en bolsas de polietileno de tamaño pequeño para facilitar su manejo, especialmente durante el transporte.

Un ensayo realizado por Khoo y Chew (1976) mostró que un campo plantado con plántulas de entre 13,5 y 16,5 meses de edad mostró rendimientos más altos que el de las plántulas de 10 meses de edad utilizando materiales de siembra de la década de 1960. Por lo tanto, es necesario revisar la edad recomendada de las plántulas para siembra en campo utilizando materiales de siembra actuales debido a la creciente demanda por parte de pequeños agricultores y fincas. Este artículo presenta datos sobre el rendimiento de racimos de fruta fresca (RFF) y otros parámetros relevantes, como el crecimiento vegetati-

vo, el análisis de racimo, el contenido de nutrientes de la hoja y el estado de fertilidad del suelo del sitio de estudio a lo largo de ocho años. El objetivo de este estudio fue determinar la edad óptima de las plántulas con el fin de proporcionar las de alta calidad para la siembra en campo para lograr un alto rendimiento. Los resultados podrían utilizarse para verificar la edad mínima recomendada para siembra en campo.

## Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en la Estación de Investigación de MPOB Lahad Datu, Sabah, ubicada en N 05° 07' 50" de latitud y E 118° 26' 34" de longitud, a 50 m sobre el nivel del mar. La zona experimentó una temporada seca de mayo a septiembre, seguida de una temporada húmeda de octubre a abril y la precipitación media anual de 2000 a 2018 fue de 2.637,72 mm.

En el vivero, el suelo utilizado se tamizó utilizando un tamiz con una malla de 5 mm para eliminar piedras, grandes terrones (>1 cm) y otros residuos antes de llenar las bolsas de polietileno. Antes de la siembra en campo, las semillas germinadas fueron sembradas en bolsas de polietileno a intervalos diferentes con el fin de obtener plántulas de diversas edades. Las de 6, 8, 10 y 12 meses de edad se sembraron en bolsas de polietileno de 38,1 cm x 45,72 cm y se alinearon en un patrón triangular a 0,9 m, mientras que las de 14, 16 y 18 meses de edad fueron sembradas en bolsas de polietileno de 45 cm x 60 cm y se alinearon en un patrón triangular a 1,5 m. Las plántulas recibieron agua 2 veces al día, cada una recibió 500 ml. Se aplicó el programa y las tasas de fertilización normales de los viveros de la finca. Las plántulas de 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 meses fueron plantadas simultáneamente en el campo.

Las plántulas fueron cultivadas en las familias de suelos Bengawat (*USDA; Typic Endoaquepts* o *FAO; Eutric Gleysols*). Los suelos de las familias Bengawat se derivan de depósitos aluviales recientes, los cuales son pobremente drenados. El ensayo se estableció como un diseño de bloques completos al azar (DBCA) que comprende 7 tratamientos en 3 repeticiones y cada tratamiento se realizó en 16 palmas. El comportamiento de la palma se evaluó en función de los rendimientos de RFF, el crecimiento vegetativo, el contenido de nutrientes de la hoja y el análisis de racimo.

La cosecha y el registro de rendimiento comenzaron unos 30 meses después de la plantación en campo. Se analizaron un total de 223 racimos en el quinto y sexto año después de la plantación en campo. El abono utilizado fue un abono compuesto (10,5/5,4/16,2/2,7/0,5B). Las mediciones vegetativas, tales como la emisión de hojas, las hojas verdes totales (fronda de palma<sup>-1</sup>), la longitud del raquis (cm), el área de la hoja (m<sup>2</sup>), el peso seco de la hoja (kg), la altura de la palma (cm) y el diámetro del estípite (m) fueron tomadas a diferentes intervalos, como se describe en Corley y Breure (1981). Se tomaron muestras de suelo de la calle de la palma de aceite y el círculo de maleza de las parcelas a 3 profundidades diferentes: 0-15 cm, 15-30 cm y 30-45 cm de la superficie del suelo. Todos los datos fueron sometidos a análisis de varianza y, cuando fueron significativos, las medias se compararon utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés) del paquete de *software* SAS.

## Resultados y discusión

### Crecimiento vegetativo

Los parámetros de crecimiento vegetativo obtenidos de todos los tratamientos se muestran en las Tablas 1 y 2 para las etapas inmadura y madura, respectivamente. El área de la hoja y el peso seco de la hoja se estimaron de acuerdo con Corley y Breure (1981). En la etapa inmadura, la mayoría de los parámetros vegetativos que se desviaron significativamente correspondieron a la edad de las plántulas. La mayoría de los parámetros de crecimiento medidos resultaron ser ligeramente mejores en las plántulas que permanecieron en el vivero durante más de 12 meses. Sin embargo, en las etapas maduras (Tabla 2), el crecimiento vegetativo se midió de manera diferente entre los tratamientos, pero se redujo a no significativo, especialmente entre los tratamientos A10 y A12. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la variable la longitud del raquis a lo largo de 4 años. Y 5 años después de la plantación, los parámetros vegetativos de las palmas plantadas con mayor edad (A10 a A18) fueron mejores que las palmas plantadas más jóvenes (A6 y A8).

En el noveno año después de la plantación, no hubo una diferencia significativa en el crecimiento de la palma entre los tratamientos A10 y A12. El resultado indicó que la eficiencia de la absorción de nutrien-

tes de las plántulas de 10 y 12 meses fue comparable. A pesar de esto, las plántulas más jóvenes de A6 y A8 mostraron un mejor crecimiento, pero tuvieron una alta tasa de mortalidad, de aproximadamente 2 % a 19 % durante el primer año de siembra en campo. No hubo mortalidad de plántulas más viejas durante el mismo periodo. El establecimiento de todas las plántulas tratadas en campo fue satisfactorio, excepto

para los tratamientos A6 y A8, cuya alta mortalidad se debió al choque de trasplante y el ataque de plagas.

Por lo tanto, para las plántulas de un material de siembra avanzado, los tratamientos A16 y A18 mostraron un mejor crecimiento vegetativo a lo largo del noveno año de registros (Tabla 2). Sin embargo, su manejo durante el transporte al campo fue difícil debido a su tamaño y peso por el estrés del trasplante.

**Tabla 1.** Desempeño del crecimiento vegetativo de palma inmadura plantada, utilizando plántulas de diferentes edades.

Tratamiento	Producción de hojas				Hojas totales				Longitud del raquis (cm)			
	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP
A6	n.a	12,33a	14,33a	14,67c	13,50c	19,67d	33,67b	32,67b	48,50d	111,93d	186,67b	207,03b
A8	n.a	11,67a	18,67a	15,33bc	16,00b	22,67c	41,00a	37,67ab	81,30c	131,57c	203,23b	225,28b
A10	n.a.	12,00a	12,67a	15,67bc	16,00b	26,00b	38,33ab	38,33ab	100,60b	152,43ab	227,57a	258,97a
A12	n.a.	12,00a	13,67a	16,67b	19,00a	26,33b	39,67ab	39,33ab	99,40b	144,07bc	230,60a	247,80a
A14	n.a.	11,33a	14,33a	16,67b	18,67a	28,00ab	42,00a	39,67ab	102,27b	164,27a	235,83a	259,70a
A16	n.a	10,67a	16,67a	15,67bc	19,33a	26,00b	42,33a	40,00ab	104,77b	157,83ab	229,20a	259,27a
TA18	n.a.	11,33a	14,67a	18,67a	19,00a	29,33a	44,00a	42,67a	128,00a	165,93a	249,67a	260,47a
LSD <sub>(0,05)</sub>	-	1,534	7,183	1,436	1,1374	2,394	6,232	6,800	9,46	16,20	22,64	20,63
CV (%)	-	7,433	26,969	5,036	4,217	5,302	8,743	10,000	5,235	6,213	5,712	4,773

Tratamiento	Área de la hoja (m <sup>3</sup> )				Peso seco de la hoja (kg)			
	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP
A6	0,18c	0,61d	1,63c	3,23c	0,29d	0,46d	0,89a	0,97c
A8	0,31c	0,81c	1,84bc	3,88b	0,39c	0,54cd	0,96a	0,98c
A10	0,55b	1,14ab	2,27ab	4,79a	0,45b	0,68b	1,10a	1,19ab
A12	0,47b	0,96bc	2,15abc	4,26ab	0,44bc	0,59bc	1,01a	1,10abc
A14	0,56b	1,31a	2,47a	4,71a	0,44bc	0,65bc	1,05a	1,09bc
A16	0,62b	0,91c	2,32ab	4,55a	0,48ab	0,63bc	1,01a	1,26a
A18	0,83a	1,19a	2,37ab	4,33ab	0,54a	0,81a	1,21a	1,20ab
LSD <sub>(0,05)</sub>	0,141	0,198	0,524	0,607	0,001	0,104	0,304	0,157
CV (%)	14,693	11,231	13,720	8,109	7,207	9,354	16,560	7,997

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel de 5 % con DMRT. Mediciones tomadas en el mes 6, 12, 18 y 24 después de la plantación (MDP). LSD (Diferencia Menos Significativa). CV (Coeficiente de Variación).

**Tabla 2.** Desempeño del crecimiento vegetativo de palma madura plantada, utilizando plántulas de diferentes edades.

Tratamiento	Producción de hojas				Hojas				Longitud del raquis (cm)			
	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP
A6	15,43ab	27,33b	26,70a	27,54a	41,50ab	44,33a	41,90ab	44,54a	5,09a	5,42a	5,75a	6,18a
A8	15,73ab	26,00ab	15,80a	26,66a	42,30ab	41,33a	42,20a	44,44a	5,15a	5,54a	6,08a	6,16a
A10	15,50ab	26,33ab	25,30a	25,50a	41,77ab	42,67a	40,93a	41,06a	5,27a	5,64a	5,99a	6,31a
A12	14,33b	24,67b	26,60a	26,17a	40,67b	41,67a	43,30a	46,33a	5,19a	5,58a	6,20a	6,52a
A14	16,10a	26,00ab	21,90a	27,36a	44,10ab	43,67a	44,03a	41,93a	5,25a	5,52a	6,02a	6,23a
A16	15,00ab	24,00b	19,90a	25,89a	44,07ab	42,00a	41,43a	43,83a	5,26a	5,66a	6,06a	6,38a
A18	15,60ab	27,33a	25,97a	26,53a	45,03a	44,67a	45,40a	47,73a	5,28a	5,53a	5,80a	6,23a
LSD <sub>(0,05)</sub>	1,345	2,361	7,031	2,301	3,625	4,457	4,437	6,392	0,255	0,365	0,4231	0,3991
CV (%)	4,915	5,115	16,07	4,88	4,763	5,840	5,83	8,11	2,750	3,694	3,97	3,56

Tratamiento	Peso seco de la hojas (kg)				Altura (m)				Diámetro (m)			
	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP
A6	2,41b	2,73c	3,14b	3,30b	1,46b	2,24b	2,88b	3,77b	0,57b	0,57a	0,61a	0,54c
A8	2,62ab	2,94bc	3,52ab	3,45ab	1,79ab	2,68ab	3,26ab	4,29ab	0,63a	0,61a	0,64a	0,56bc
A10	2,83a	3,48a	3,59ab	3,51ab	1,84a	2,59ab	3,24ab	4,26ab	0,61ab	0,58a	0,64a	0,57bc
A12	2,46ab	2,83c	3,77ab	3,80ab	1,85a	2,50ab	3,15ab	4,13ab	0,59ab	0,56a	0,61a	0,54c
A14	2,85a	3,23abc	3,49ab	3,77ab	1,86a	2,84a	3,53a	4,22ab	0,62ab	0,61a	0,61a	0,59ab
A16	2,75ab	3,17abc	3,58ab	3,71ab	1,99a	2,67ab	3,35a	3,88ab	0,60ab	0,58a	0,62a	0,57bc
A18	2,73ab	3,42ab	3,84a	3,94a	2,03a	2,72ab	3,38a	4,34a	0,63a	0,62a	0,66a	0,63a
LSD <sub>(0,05)</sub>	0,382	0,485	0,5888	0,5618	0,356	0,511	0,4095	0,5005	0,051	0,059	0,0554	0,0444
CV (%)	8,056	8,740	9,29	8,68	10,926	11,011	7,07	6,82	4,741	5,648	4,97	4,38

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente a un nivel del 5 % con DRMT; las mediciones se tomaron a los 6, 7, 8 y 9 años después de la plantación (ADP). LSD (Diferencia Menos Significativa). CV (Coeficiente de Variación).

Este problema afectaría el crecimiento inicial de estas plántulas y posteriormente reduciría el rendimiento de RFF tempranos. Las plántulas A6 y A8 que se plantaron a una edad más temprana serían menos susceptibles a los choques de trasplante, pero serían más vulnerables al ataque de plagas y animales como jabalíes, puercoespines, ratas, escarabajos, etc.

## Niveles de nutrientes del suelo y las hojas

Los resultados de las propiedades químicas del suelo en el plato y la calle de la palma se muestran en las Tablas 3 y 4, respectivamente. En general, la mayoría de los análisis químicos del suelo realizados en

**Tabla 3.** Propiedades químicas del suelo en el área del plato.

Parámetro del suelo	Profundidad del suelo (cm)					
	0-15		15-30		30-45	
	2004	2006	2004	2006	2004	2006
Nitrógeno total (%)	0,23 ± 0,07	0,20 ± 0,04	0,14 ± 0,04	0,14 ± 0,02	0,15 ± 0,06	0,11 ± 0,03
P disponible (mg kg <sup>-1</sup> )	38,85 ± 31,98	41,55 ± 41,36	15,73 ± 13,34	19,74 ± 21,22	6,14 ± 3,14	8,45 ± 9,12
Cationes intercambiables (cmol kg <sup>-1</sup> )						
Potasio	0,45 ± 0,33	0,85 ± 0,39	0,24 ± 0,16	0,44 ± 0,22	0,26 ± 0,15	0,29 ± 0,18
Calcio	12,82 ± 2,85	12,45 ± 3,11	12,06 ± 3,27	13,15 ± 3,03	12,33 ± 3,67	12,57 ± 3,05
Magnesio	4,83 ± 0,55	5,27 ± 0,87	5,11 ± 0,54	5,61 ± 0,73	5,28 ± 0,62	5,68 ± 0,71
pH del suelo (H <sub>2</sub> O)	5,26 ± 0,49	4,53 ± 0,30	4,93 ± 0,51	4,64 ± 0,45	4,77 ± 0,39	4,52 ± 0,20

Nota: las cifras son la media de tres repeticiones ± desviaciones estándar, donde n = 21.

**Tabla 4.** Propiedades químicas del suelo en el área de la calle de la palma.

Parámetro del suelo	Profundidad del suelo (cm)					
	0-15		15-30		30-45	
	2004	2006	2004	2006	2006	2005
Nitrógeno total (%)	0,20 ± 0,06	0,17 ± 0,04	0,16 ± 0,06	0,15 ± 0,04	0,15 ± 0,06	0,11 ± 0,02
P disponible (mg kg <sup>-1</sup> )	12,22 ± 8,08	7,66 ± 10,42	8,87 ± 11,88	4,91 ± 5,59	5,04 ± 3,54	3,34 ± 4,16
Cationes intercambiables (cmol kg <sup>-1</sup> )						
Potasio	0,29 ± 0,13	0,30 ± 0,24	0,19 ± 0,09	0,21 ± 0,11	0,33 ± 0,24	0,16 ± 0,07
Calcio	13,69 ± 3,73	13,96 ± 3,53	11,74 ± 3,09	13,20 ± 3,15	12,72 ± 3,81	12,86 ± 3,39
Magnesio	4,98 ± 0,62	5,54 ± 0,76	5,35 ± 0,61	5,67 ± 0,67	5,37 ± 0,56	5,07 ± 0,59
pH del suelo (H <sub>2</sub> O)	5,50 ± 0,77	5,46 ± 0,35	5,41 ± 0,52	5,19 ± 0,29	5,07 ± 0,32	5,07 ± 0,32

Nota: Las cifras son la media de tres repeticiones ± desviaciones estándar, donde n = 21.

2004 y 2006 se encontraron en el rango de moderado a muy alto en comparación con los nutrientes requeridos por las palmas (Goh y Rolf, 2003). Sin embargo, el fósforo (P) disponible en la calle fue de menos de 15 mg kg<sup>-1</sup> de suelo. El calcio (Ca) y el magnesio (Mg) intercambiables en los suelos de la familia Bengawat fueron generalmente más altos que en otros suelos,

especialmente para el Ca intercambiable. Los contenidos químicos del suelo en el plato eran más altos que los de la calle de palma, lo que podría deberse a la aplicación desigual de fertilizante. Por otro lado, la calle de la palma tiene un menor contenido de nutrientes, que podría ser absorbido por las raíces terciarias de la palma de aceite. En general, la mayoría

de los nutrientes del suelo disminuyen a medida que su profundidad aumenta, especialmente para nutrientes móviles como el nitrógeno y el potasio. El P disponible en la capa superficial del suelo fue mucho mayor, ya que era relativamente inmóvil y el Ca y el Mg intercambiables no variaban con la profundidad. Los resultados mostraron que los nutrientes del suelo en este sitio de estudio no fueron los factores limitantes para el crecimiento de la palma.

No hubo diferencias significativas en el contenido de macro y micronutrientes de la hoja, excepto por el P y Mg de la misma (Tabla 5). Los contenidos de nutrientes a lo largo de 9 años después de la plantación mostraron niveles satisfactorios en todos los tratamientos probados y estuvieron de acuerdo con los hallazgos de Goh y Rolf (2003). Los resultados mostraron que no hubo una diferencia significativa en la eficiencia de la absorción de nutrientes de las palmas cultivadas con plántulas de 10 y 12 meses de edad.

### Rendimiento de aceite de palma y calidad del racimo

Los parámetros más importantes para evaluar el rendimiento de la palma de aceite son el rendimiento

de los RFF y la calidad de los racimos, que podrían determinar la edad óptima de las plántulas para la plantación en campo, manteniendo un alto rendimiento. Los efectos del tratamiento a lo largo de 8 años sobre el rendimiento de los RFF y sus componentes se presentan en las Tablas 6, 7 y 8. En general, el rendimiento de RFF a lo largo de estos años mostró una tendencia creciente con la edad de la palma, excepto por las plántulas más antiguas (A18), lo que indica los inconvenientes de plantar plántulas de palma de aceite más antiguas. Aunque las plántulas de 18 meses de edad poseían las palmas más vigorosas, con la mayor altura y diámetro del tronco, estas reservas del tronco no fueron capaces de mantener una alta producción de RFF durante largos periodos de tiempo. Las plántulas de 12 meses de edad proporcionaron el mayor registro de RFF. En los suelos de Bengawat, los rendimientos acumulados de RFF a lo largo de 8 años de los tratamientos con A12 y A10 fueron de 203,01 y 195,87 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, con una diferencia insignificante de 3,5 %. El rendimiento inicial de RFF de las plántulas de 10 meses fue ligeramente inferior al de las plántulas de 12 meses, pero mejoró consistentemente durante los 8 años posteriores a la cosecha.

**Tabla 5.** Efectos de los tratamientos sobre el contenido de nutrientes de las hojas analizado nueve años después de la plantación.

Tratamiento	Contenido de macronutrientes (%)					Contenido de micronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B
A6	2,70a	0,17ab	0,70 <sup>a</sup>	0,60a	0,39a	7,67a	14,50a	326,33a	58,00a	14,52a
A8	2,59a	0,17ab	0,70a	0,58a	0,29b	8,50a	14,83a	345,00a	62,33a	13,77a
A10	2,51a	0,17ab	0,70a	0,69a	0,37ab	8,33a	15,83a	334,33a	65,33a	12,12a
A12	2,60a	0,17ab	0,70a	0,62a	0,34ab	8,00a	16,00a	337,67a	64,00a	12,76a
A14	2,55a	0,17a	0,70a	0,64a	0,32ab	8,00a	15,67a	346,67a	57,17a	13,77a
A16	2,50a	0,17ab	0,70a	0,68a	0,36ab	8,50a	14,83a	314,67a	57,83a	14,82a
A18	2,51a	0,15b	0,67a	0,68a	0,41a	8,33a	16,17a	328,00a	66,67a	12,53a
ECM	0,0128	0,00007	0,0005	0,004	0,0039	0,9524	1,6161	586,679	54,6964	2,8567
CV (%)	4,55	4,87	3,14	8,13	13,51	9,4	6,46	9,78	12,16	11,52

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel de 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés). Las cifras son la media de tres repeticiones de error cuadrático medio (ECM). Coeficiente de variación (CV).

**Tabla 6.** Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de RFF a lo largo de ocho años de cosecha.

Tratamientos	Rendimiento de RFF (t ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) a lo largo de 8 años de cosecha								Total (t ha <sup>-1</sup> )	Clasificación de rendimiento de RFF
	1	2	3	4	5	6	7	8		
A6	8,46d	19,28b	18,06b	24,85c	21,76bc	22,34 a	24,34ab	31,86 a	170,96c	7
A8	10,18 cd	20,30b	22,45ab	27,93bc	26,45ab	26,13 a	27,56 a	31,94 a	192,93ab	3
A10	11,44bc	21,79ab	23,16ab	31,29 a	26,73 a	25,33 a	26,74 a	29,40ab	195,87ab	2
A12	13,01ab	23,11ab	25,72 a	28,45ab	27,43 a	27,97 a	25,80 a	31,51 a	203,01a	1
A14	13,15ab	25,78 a	23,45ab	26,60bc	25,76abc	22,18 a	26,67 a	28,91ab	192,50ab	4
A16	11,21bc	22,06ab	23,49ab	26,14bc	24,59abc	23,16 a	25,08ab	28,42ab	184,14abc	5
A18	14,47 a	20,18b	24,64 a	26,20bc	21,31c	22,98 a	21,62b	24,75b	176,35bc	6
ECM	10,357	12,5406	15,1369	10,7099	13,4237	11,1287	10,81956	16,7759	316,6978	
CV (%)	10,78	11,25	12,47	5,99	10,13	16,94	7,74	10,96	5,50	

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel de 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés). \* Clasificación de rendimiento de RFF durante 8 años de cosecha. Error cuadrático medio (ECM). Coeficiente de Variación (CV).

**Tabla 7.** Efectos de los tratamientos sobre el peso promedio del racimo a lo largo de ocho años de cosecha.

Tratamiento	Peso promedio de racimo (kg racimo <sup>-1</sup> ) a lo largo de 8 años de cosecha								ABWT Total (kg racimo <sup>-1</sup> )	* Clasificación de ABWT
	1	2	3	4	5	6	7	8		
A6	3,86c	6,98 a	8,00b	9,86c	11,11b	14,32bc	17,07 a	17,76 a	88,97b	7
A8	3,76c	7,20 a	8,49ab	10,62bc	11,39ab	13,97c	16,48 a	17,71 a	89,62b	6
A10	4,45b	7,80 a	9,91 a	12,01ab	12,04ab	14,94abc	17,23 a	18,85ab	97,22ab	5
A12	4,53b	7,56 a	9,39ab	11,84ab	13,21ab	16,04abc	18,47 a	20,03ab	101,07ab	4
A14	4,81ab	8,44 a	9,46ab	12,63 a	13,72 a	16,54ab	19,13 a	19,96ab	104,70 a	2
A16	4,80ab	8,39 a	9,74 a	11,91ab	13,24ab	15,36abc	18,34 a	19,63ab	101,41ab	3
A18	5,12 a	8,16 a	10,10 a	12,38ab	13,00ab	17,37 a	19,80 a	20,51 a	105,73 a	1
ECM	0,6026	0,7544	1,3552	2,2907	2,3435	3,8245	2,50025	3,0686	106,6353	
CV (%)	4,56	10,46	9,1458	8,05	9,96	8,33	10,43	7,67	7,14	

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel del 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por siglas en inglés). \* Clasificación de ABWT durante 8 años de cosecha. Peso promedio del racimo (ABWT por sus siglas en inglés).

**Tabla 8.** Efectos del tratamiento sobre el número promedio de racimos a lo largo de ocho años de cosecha.

Tratamiento	Número promedio de racimos a lo largo de 8 años de cosecha								ABNO Total	* Clasificación de ABNO
	1	2	3	4	5	6	7	8		
A6	15,87c	20,27a	16,27c	18,37ab	14,27ab	11,50a	10,34ab	13,05a	119,87abc	4
A8	19,63ab	20,53a	19,17ab	19,07a	16,93a	13,53a	12,22a	13,07a	134,07a	1
A10	18,60abc	20,43a	16,80c	18,93a	16,17a	12,33a	11,31ab	11,51ab	126,07abc	3
A12	20,80a	22,13a	19,90a	17,43abc	15,10ab	12,73a	10,13ab	11,41ab	129,57ab	2
A14	19,80ab	22,17a	17,97abc	15,30c	13,67ab	9,73a	10,21ab	10,48ab	119,23abc	5
A16	16,87bc	19,10a	17,53bc	16,03bc	13,57ab	11,17a	10,14ab	10,55ab	114,93bc	6
A18	20,47a	18,13a	17,70abc	15,40c	11,97b	9,53a	7,92b	8,75b	110,17c	7
ECM	9,2637	6,4888	4,5344	6,1925	6,4917	5,4595	3,65727	5,5756	174,5042	
CV (%)	9,43	14,26	6,43	7,53	13,1	19,63	14,84	14,09	6,88	

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel del 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés). \* Clasificación de ABNO durante 8 años de cosecha. Número promedio de racimos (ABNO por sus siglas en inglés).

Los rendimientos más altos de los tratamientos A10 y A12 fueron 31,29 y 31,51 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente, que se registraron en el cuarto y octavo año de cosecha. El peso promedio acumulado de los racimos mostró una tendencia creciente, aunque el número promedio de racimos disminuyó con la edad de las plántulas. El mayor número de racimos dio como resultado mayores rendimientos de RFF para los tratamientos A12 y A10. Sin embargo, para las plántulas más antiguas de A14, A16 y A18, el peso del racimo contribuyó al rendimiento de RFF en lugar de al número de racimos.

El rendimiento medio acumulado de los RFF y sus componentes a lo largo de 8 años se presentan en las Figuras 1 y 2. El rendimiento medio acumulado de los RFF y sus componentes entre los tratamientos A8 y A16 no fueron significativamente diferentes. Sin embargo, además de A10, A12 o la edad estándar de las plántulas para la siembra en campo dio el mayor rendimiento de RFF. A pesar de que el rendimiento de RFF del tratamiento con A8 no fue significativamente diferente del resto (excepto para A6), su tasa de mortalidad fue mayor, de aproximadamente 2 % a 19 % en el primer año de siembra en campo.

Además, las plántulas más jóvenes no se someten a etapas completas de selección y suelen sufrir choque del trasplante.

Las plántulas de 10 meses de edad sembradas en el campo produjeron un rendimiento de RFF comparable con las plántulas de 12 meses de edad. Por lo tanto, los hallazgos de este estudio podrían utilizarse como una guía para seleccionar la edad mínima adecuada recomendada para la plantación en campo o para la venta por parte de los operadores de viveros. Además, para las plántulas de 10 meses de edad, los operadores de viveros se beneficiarán de un ahorro de costos de mantenimiento de 2 meses de 0,50 Ringgit de Malasia (RM) a 0,80 RM/plántula. Los operadores de viveros también podrían aumentar el número de plántulas por área, de aproximadamente 12.000 (con una separación de 0,9 m) a 20.050 (con una separación de 0,75 m) por hectárea.

Los efectos de las diferentes edades de siembra en la calidad del racimo tomada a los 5 y 6 años después de la cosecha se resumen en la Tabla 9. Durante más de 2 años, el número total de racimos tomados para el análisis fue de aproximadamente 223, con un promedio de 31 racimos por tratamiento.

**Tabla 9.** Efecto de los tratamientos sobre la calidad de los racimos.

Tratamientos	No. de racimos analizados	Peso medio del racimo (kg)	Mesocarpio a fruto (%)	Frutos a racimo (%)	Relación aceite a mesocarpio seco (%)	Relación aceite a racimo (%)
A6	26	10,87a	83,62bc	66,34 a	48,48c	26,91a
A8	34	10,43a	86,10ab	62,87ab	50,05abc	27,07a
A10	32	11,24a	85,14abc	61,81ab	50,71ab	26,68a
A12	36	10,90a	86,85a	59,50b	51,74a	26,73a
A14	32	13,00a	85,30abc	64,49b	49,95abc	27,45a
A16	32	11,48a	84,66abc	60,92ab	48,72bc	25,13a
A18	31	12,80a	83,12c	63,87ab	50,88a	26,98a
LSD <sub>(0,05)</sub>		2,595	2,354	5,339	1,968	2,757
CV (%)		12,65	1,56	4,78	2,21	5,80

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel del 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés). Las cifras muestran la media de los resultados del análisis de racimos tomados a los 5 o 6 años de la plantación.

Los parámetros analizados mostraron niveles satisfactorios de calidad del racimo en la mayoría de los tratamientos. No hubo diferencias significativas en A10 y A12. Los resultados mostraron que las plántulas más viejas (A18) y las más jóvenes (A6) utilizadas para la plantación en campo podrían resultar en baja calidad de racimo, como lo indica la relación de mesocarpio a fruta y aceite a mesocarpio húmedo. El análisis de grupos mostró que las plántulas de 10 meses de edad podrían ser adecuadas para la siembra en campo en lugar de las plántulas de 12 meses de edad (práctica normal), lo que lleva a una reducción del gasto en viveros.

## Conclusión y recomendaciones

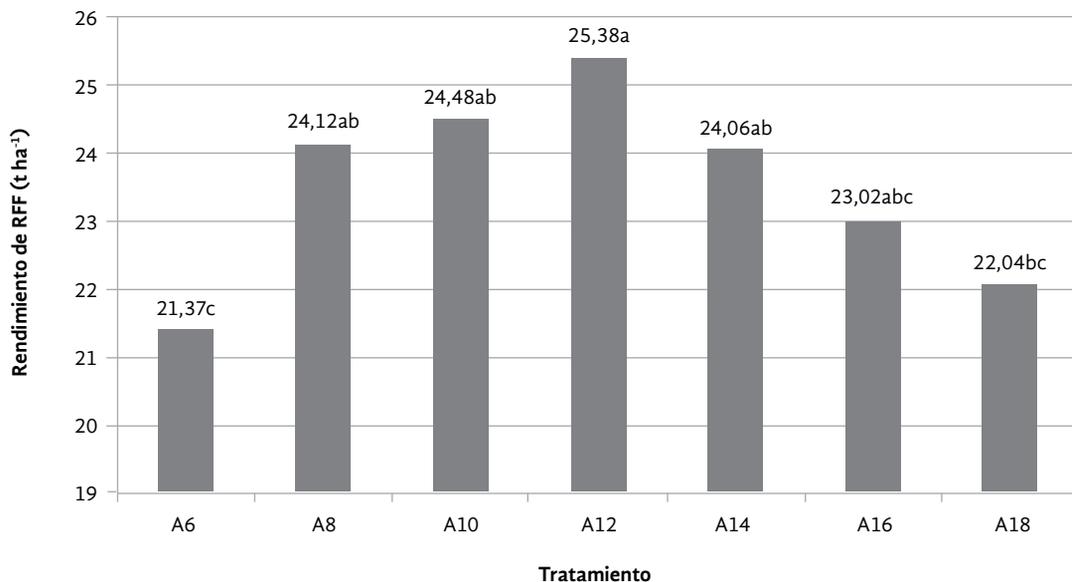
El comportamiento de las plántulas sembradas a diferentes edades podría evaluarse por su crecimiento, eficiencia de absorción de nutrientes, rendimiento de RFF, así como sus componentes y su calidad de fruto. Los efectos de las diferentes edades de las plántulas plantadas a lo largo de 8 años mostraron que las plántulas de 12 meses de edad tuvieron un mejor rendimiento que los otros tratamientos. Sin embar-

go, no hubo una diferencia significativa en el crecimiento, la absorción de nutrientes, el rendimiento de RFF, así como los componentes y la calidad de los racimos de las plántulas de 10 meses en comparación con las plántulas de 12 meses. En conclusión, las plántulas de 10 meses de edad son adecuadas y recomendadas para plantación en campo, ya que su rendimiento es comparable al de las plántulas de 12 meses de edad. Los hallazgos de este estudio deben transmitirse a la industria para un mejor futuro de la palma de aceite en Malasia. Además, esto permite al operador del vivero ahorrar 2 meses de costos de mantenimiento, por lo que los beneficios obtenidos son aparentemente más altos.

## Reconocimientos

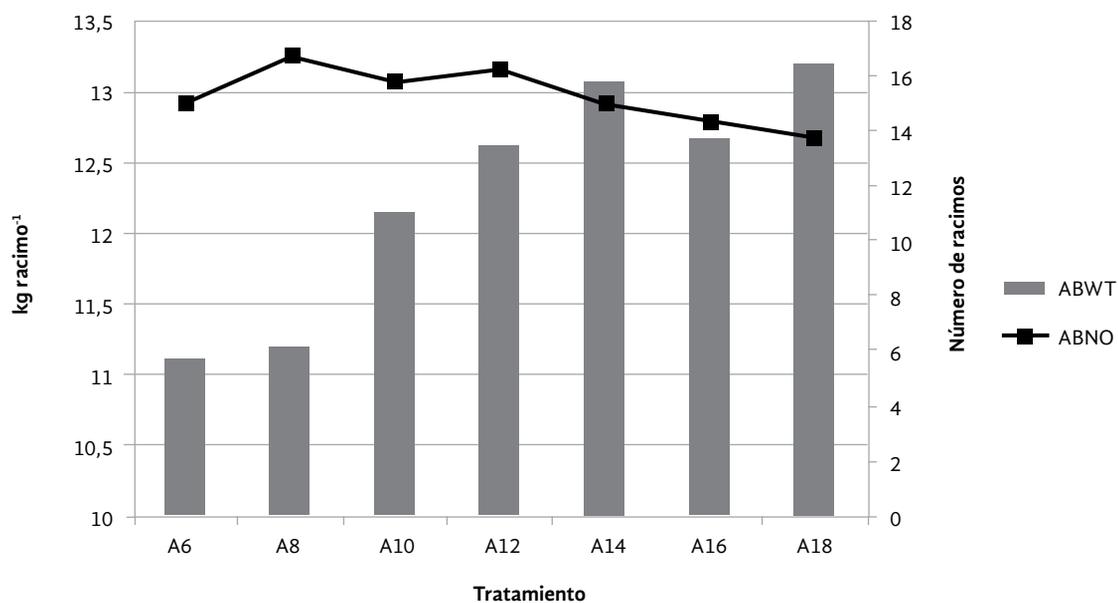
Los autores agradecen al Director General del MPOB por la autorización para publicar este artículo. También desean agradecer el apoyo y el asesoramiento del Director de Investigación Biológica y los oficiales de investigación de la Dependencia de Agronomía y Tecnología Geoespacial.

**Figura 1.** Rendimientos medios acumulados de RFF a lo largo de ocho años



Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel del 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés).

**Figura 2.** Media acumulada del peso promedio de los racimos (ABWT) y el número promedio de racimos (ABNO) a lo largo de ocho años de rendimiento.



---

## Referencias

- Bah, A R & Rahman, Z A B D (2004). Evaluating urea fertiliser formulations for oil palm seedlings using the  $^{15}\text{N}$  isotope dilution technique. *J. Oil Palm Res.*, 16: 72-77.
- Corley, R H V & Breure, C J (1981). Measurements in oil palm experiments. *Internal Report*. Unilever Plantation Group.
- Goh, K J & Rolf, H (2003). General oil palm nutrition. *Oil Palm Management for Large and Sustainable Yields* (Fairhurst, T & Rolf, H eds.). Canada, PPI. p. 191-230.
- Ibrahim, M H; Jaafar, H Z E; Harun, M H & Yusop, M R (2010). Changes in growth and photosynthetic patterns of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings exposed to short-term  $\text{CO}_2$  enrichment in a closed top chamber. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32: 305-313.
- Khoo, K T & Chew, P S (1976). Effect of age of oil palm seedlings at planting out on growth and yield. *International Development on Oil Palm* (D A Earp & N Newall eds.). Kuala Lumpur, Malasia. The Incorporated Society of Planters. p. 107-115.
- Malaysian Palm Oil Board (2018). *Malaysian Oil Palm Statistics*. <http://mpob.gov.my>