

Efecto de sistemas de renovación en la producción de palma de aceite en la Zona Norte de Colombia

Effect of the Renovation System on Oil Palm Yield in the Northern Region of Colombia

AUTORES

Rodrigo Ruiz R.

Programa de Biología, Área Fisiología, Cenipalma. Bogotá.

María Yuli González G.

Programa de Biología, Área Fisiología, Cenipalma. Bogotá.

Hernán Mauricio Romero

Programa de Biología, Área Fisiología, Cenipalma. Bogotá. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. hromero@cenipalma.org

Palabras CLAVE

Elaeis guineensis, Erradicación, Entre siembra, Podas, Análisis económico

Elaeis guineensis, Eradication, Intercropping, Pruning, Economical analysis.

Recibido: 3 noviembre de 2009
Aceptado: 30 noviembre de 2009

Resumen

Cerca del 11% del área sembrada en palma de aceite en Colombia tiene una edad superior a los 25 años y ha finalizado su ciclo económico, por lo cual debe ser renovada. La práctica de renovación es costosa y afecta el flujo de caja de las empresas, debido al período improductivo del cultivo joven en las primeras etapas. Con el fin de disminuir este impacto económico se han diseñado diferentes métodos de renovación que afectan de manera diferencial la fisiología del cultivo joven, especialmente por el sombreado causado por las palmas viejas. Este artículo presenta resultados del seguimiento, durante cinco años, de variables fisiológicas y de producción de palmas en siembras nuevas con diferentes grados de interferencia del cultivo viejo. Se evaluaron sistemas sin interferencia del cultivo viejo (remoción completa), con interferencia por estípite del cultivo viejo en el suelo (apilar), con diferentes grados de interferencia por sombreado causado por la permanencia de diversos porcentajes de palmas del cultivo viejo sin erradicar, y entre siembra de la siembra nueva (entre siembra con erradicación 50% a los 12 meses y 50% restante a los 18 ó 24 meses; entre siembra sin erradicación por 36 meses con uso de podas). Los registros de producción muestran que las palmas del cultivo viejo sin erradicar influyeron negativamente en el proceso productivo de las palmas de la siembra nueva; se presentaron reducciones hasta del 44,7% en la producción de RFF respecto al tratamiento apilar. La producción de la siembra nueva en el tratamiento de apilar presentó diferencias estadísticas con los demás tratamientos, y fue la mejor para las variables área y peso seco foliar, altura y producción.





Summary

About 11% of the area planted to oil palm in Colombia is older than 25 years and has completed its economic cycle; therefore, it must be replanted. Replacing old trees and replanting is a costly undertaking and it affects the cash flow of the plantations because of the unproductive period of young palms in the early stages. To lessen this economic impact, different replanting methods have been designed that differentially affect the physiology of the young crop, especially by the shading caused by the old palms. This paper presents the results of a 5-year monitoring of physiological and production variables of new palm plantings, with different degrees of interference by the old crop. Various systems were evaluated: without interference from the old crop (complete removal), with interference by felled old trunks on the floor (stacked), with different degrees of interference by shading caused by various percentages of standing old palms, intercropping with old palms (intercropping with 50% removal at 12 months and the remaining 50% at 18 or 24 months, intercropping without removal for 36 months with use of pruning). Production records show that old palms not removed adversely affected the production process of the new planting. Reductions of up to 44.7% in FFB production were found, compared to the stacking treatment. The production of the new planting under stacking conditions showed statistically significant differences with other treatments, and was the best treatment in terms of leaf area and dry weight, height and production variables.



Introducción

Gran parte de las plantaciones establecidas en la década del setenta se caracteriza porque sus palmas han cumplido su ciclo de vida económico, manifestado en la disminución del rendimiento de racimos de fruta fresca (RFF) y en la baja tasa de extracción de aceite (TEA). Alrededor de los 25 años de edad, las palmas de aceite dejan de cosecharse, especialmente por la dificultad que el hacerlo representa, debido a su altura excesiva. Asimismo, porque hay considerable presencia de materiales Dura, cuyo contenido de aceite y producción de RFF es menor comparado con los mejorados disponibles hoy día en el mercado (Reyes *et al.* 1996), que aseguran a las plantas extractoras obtener un mejor material para el proceso y, por tanto, una mayor cantidad de aceite.

De acuerdo con Fedepalma (1999), a finales de la década pasada el 10,8% del área total sembrada en palma de aceite en Colombia era mayor de 20 años, lo cual reflejaba la finalización del ciclo económico, justamente por las características mencionadas. Ello obligaba renovar las palmas, con el objetivo de mejorar el desarrollo productivo. Sin embargo, la velocidad de renovación de las plantaciones no se ha venido dando acorde con las características de pérdida de productividad, en parte, porque tal práctica es costosa

y afecta el flujo de caja de las empresas en la medida en que se disminuye el potencial de producción, por las siembras nuevas. A esto se suman los períodos improductivos hasta de dos años, y el tercer año en el que la producción inicial no justifica la cosecha de los racimos, debido a su heterogeneidad y a que se requieren grandes desplazamientos para conseguir un adecuado rendimiento.

Existen diferentes sistemas de erradicación que se pueden emplear para disminuir el impacto económico de la renovación. Algunos de ellos incluyen mantener las palmas del cultivo viejo en pie, mientras que van creciendo las de la siembra nueva (práctica conocida como entre-siembra). Con ésta se puede limitar la cantidad de radiación solar que llega a las plantas jóvenes, y que afecta su fisiología y su potencial productivo.

Por otro lado, con otros sistemas se evita el problema del sombreado, tumbando las palmas viejas, y en este caso es posible dejar los estípites apilados en el cultivo o removerlos. En los últimos tiempos se ha venido implementando la práctica del picado de los estípites para su incorporación en el campo, lo cual evita el problema de sombreado a las palmas de la siembra nueva y reduce las posibilidades de que surjan plagas al dejar estípites a libre descomposición. Además, es probable que con su implementación se

induzca un mejor reciclaje de los nutrientes. Sin embargo, por ser ésta una práctica relativamente nueva en Colombia, no ha sido objeto de evaluación en el presente trabajo.

En este estudio se presentan los resultados de la evaluación de diferentes métodos de erradicación sobre la fisiología y producción de la palma joven. Además se evalúa la producción combinada de la siembra nueva y el cultivo viejo, y se hace un estimado de la relación económica costo-beneficio de los diferentes métodos.

Materiales y métodos

El experimento se realizó entre diciembre de 2001 y abril de 2007 en la plantación Inversiones Padornelo, ubicada en el municipio de El Retén (Magdalena), a una latitud norte de 10° 34' y 74° 12' longitud oeste, con promedios anuales de precipitación, temperatura y radiación de 1.200 mm, 28° C y 200 W m⁻², respectivamente. Se utilizaron materiales tipo Dura siembra 1975 (cultivo viejo) y Deli x Avros siembra (nueva) 2001.

Métodos de renovación utilizados en el experimento

Se comparó el desarrollo vegetativo y productivo de la siembra nueva sometida a los efectos de erradicación y de sombreamiento dados por el cultivo viejo. Los tratamientos estuvieron determinados por el tiempo de permanencia del cultivo viejo y la proporción de palmas que se erradicaron (Tabla 1). El tratamiento de apilar consistió en tumbar las palmas del cultivo viejo y disponer los estípites en pilas cada dos líneas de palma, ubicando en el medio de éstas la siembra nueva.

En el tratamiento de remoción se sustrajo todo el material vegetal correspondiente al cultivo viejo, disponiéndolo fuera del área de estudio y ubicando la siembra nueva entre las antiguas calles de cosecha.

Para los tratamientos de entre siembra en los que hubo remoción parcial del cultivo viejo, los estípites se tumbaron y se dispusieron a lo largo de las entrelíneas, ubicando la siembra nueva en las antiguas calles de cosecha. En estos tratamientos se dejaron en pie las palmas del cultivo viejo 12 ó 36 meses después de sembradas las de la siembra nueva (100% de sombreamiento), luego de lo cual se eliminó el 50% del cultivo viejo a los 18 ó 24 meses (50% de sombreamiento) y el restante 50% a los 36 meses. Mientras tanto, para el tratamiento de entre siembra con uso de las podas, las palmas del cultivo viejo se mantuvieron en pie hasta el tercer año, sometidas a podas semestrales para permitir el paso de luz a la siembra nueva.

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental consistió en 21 palmas, y las nueve centrales (3 x 3 palmas) fueron consideradas las palmas de registro.

Variables de respuesta

Se hicieron mediciones anuales de área foliar, peso seco y altura a partir del año 2002 hasta 2006, y la emisión foliar se cuantificó desde 2003 hasta 2006. Para el área foliar y peso seco se tomó la hoja 3 en los dos primeros años y la hoja 9 para los tres siguientes. La metodología utilizada para estas mediciones fue la establecida por Hardon (1971). Para la emisión foliar se pintó la hoja 1 y cada seis meses se contó el número de hojas nuevas.

Desde abril de 2003, y durante cuatro años, se registró semestralmente el número de inflorescencias femeninas y masculinas, y el de racimos. Se estimó la relación de sexos, entendida como el porcentaje de estructuras femeninas con respecto al total de estructuras reproductivas producidas por la palma, utilizando la siguiente relación:

$$\text{Relación de sexos: } (nif + nr)/(nif + nr + nim) * 100$$

Tabla 1. Sistemas de renovación evaluados en el experimento

1		Apilar
2		Remover
3	Entre siembra	Sombreamiento del 100% hasta los 12 meses; 50% hasta los 18 meses
4		Sombreamiento del 100% hasta los 12 meses; 50% hasta los 24 meses
5		Sombreamientos del 100% hasta los 36 meses con podas



Donde,

nif es el número de inflorescencias femeninas; nr el número de racimos y nim el número de inflorescencias masculinas.

El peso y número de racimos se registró semanalmente en la siembra nueva y en las palmas del cultivo viejo, según el tiempo de permanencia que se dio para cada tratamiento de entre siembra. Para la siembra nueva, los registros se realizaron desde el inicio de la producción en 2004 hasta abril de 2007.

Con los datos obtenidos de RFF se realizó el análisis económico de la producción de RFF de la palma joven y de la palma vieja, del costo de cosecha, de la inversión que tuvo cada tratamiento y del costo de la fruta según el tipo de material (Dura o Ténera), tomando en cuenta que los racimos del material Dura poseen un valor inferior al del Ténera.

Análisis estadístico

El efecto de los diferentes sistemas de renovación en las variables vegetativas, de producción y económicas, se evaluó mediante análisis de varianza y separación de medias con la prueba Diferencia mínima significativa (DMS). Los datos de la variable relación de sexos ajustaron al modelo logístico y se analizaron por medio del programa SAS 8.0 (Statistical Analysis System, Estados Unidos).

Resultados y discusión

Medidas vegetativas

Hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y evaluaciones para todas las variables medidas en las palmas de la siembra nueva (Tabla 2). En la interacción tratamiento por evaluación se presentaron diferencias para todas, excepto para el área foliar. Vale decir que las diferencias encontradas se esperaban, debido a la fase de crecimiento en la

que se encuentran las palmas y cuya evaluación anual mostró el crecimiento normal que tiene la palma joven en los primeros años, mientras que las diferencias entre tratamientos se debieron al grado de sombreado al que fue expuesta la palma joven.

La altura de las palmas de la siembra nueva no presentó diferencias significativas entre los tratamientos en los dos primeros años de evaluación (Figura 1). Entre el tercer y el sexto año de evaluación, la palma joven ubicada entre las pilas de los estípites viejos (apilar) presentó mayor crecimiento, y se diferenció estadísticamente de los demás tratamientos. Los tratamientos de entre siembra con 50% de erradicación a los 12 meses y 50% a los 24 meses, y de podas, presentaron la menor altura con diferencias significativas para los años 2005 y 2006. Es probable que el sombreado causado en los primeros años de siembra no se haya reflejado inmediatamente, sino a partir del tercer año, manifestado en un menor crecimiento de la palma joven. Estos resultados contrastan con lo reportado por Memet *et al.* (1998) y Khalid *et al.* (1999), quienes encontraron un alargamiento de los entrenudos en condiciones de sombreado.

Los métodos de erradicación influyeron diferencialmente el área foliar de las palmas jóvenes, presentándose diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Figura 2). Las palmas jóvenes establecidas entre los estípites viejos apilados presentaron mayor área foliar, y fueron diferentes estadísticamente a partir del año 2003 a las palmas de los demás tratamientos. No se encontró diferencia estadística entre los demás métodos de renovación, posiblemente porque las condiciones de sombreado no afectaron el área foliar, y otros factores pudieron influir para que el tratamiento apilar tuviera los valores mayores. No obstante, los resultados obtenidos por Khalid *et al.* (1999) fueron contrarios, pues señalan que el tiempo de permanencia de la palma adulta tiene un efecto

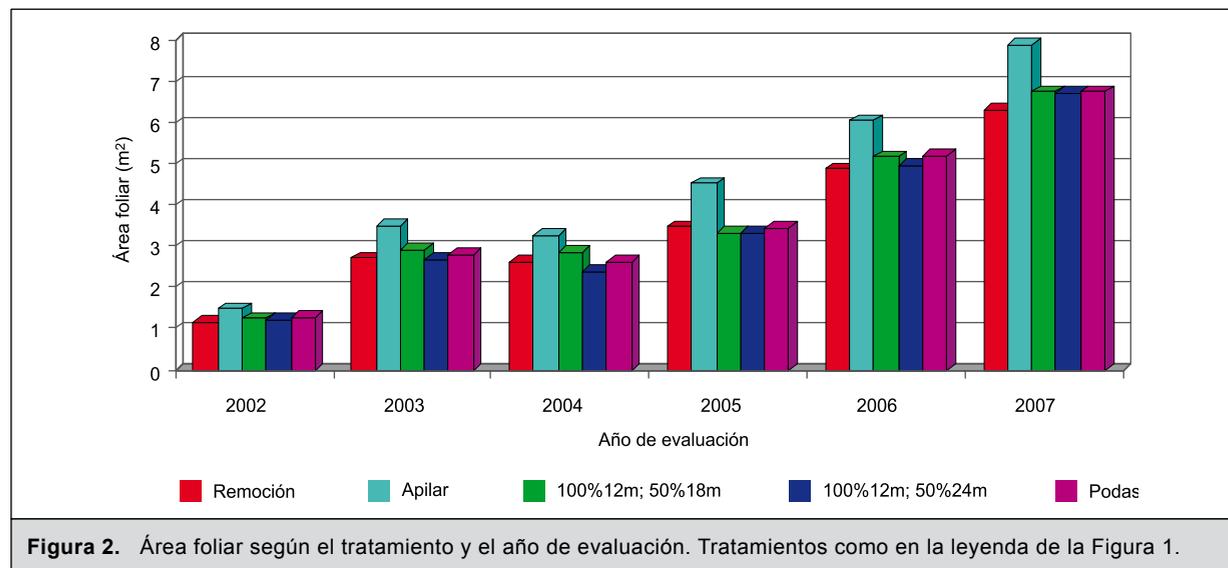
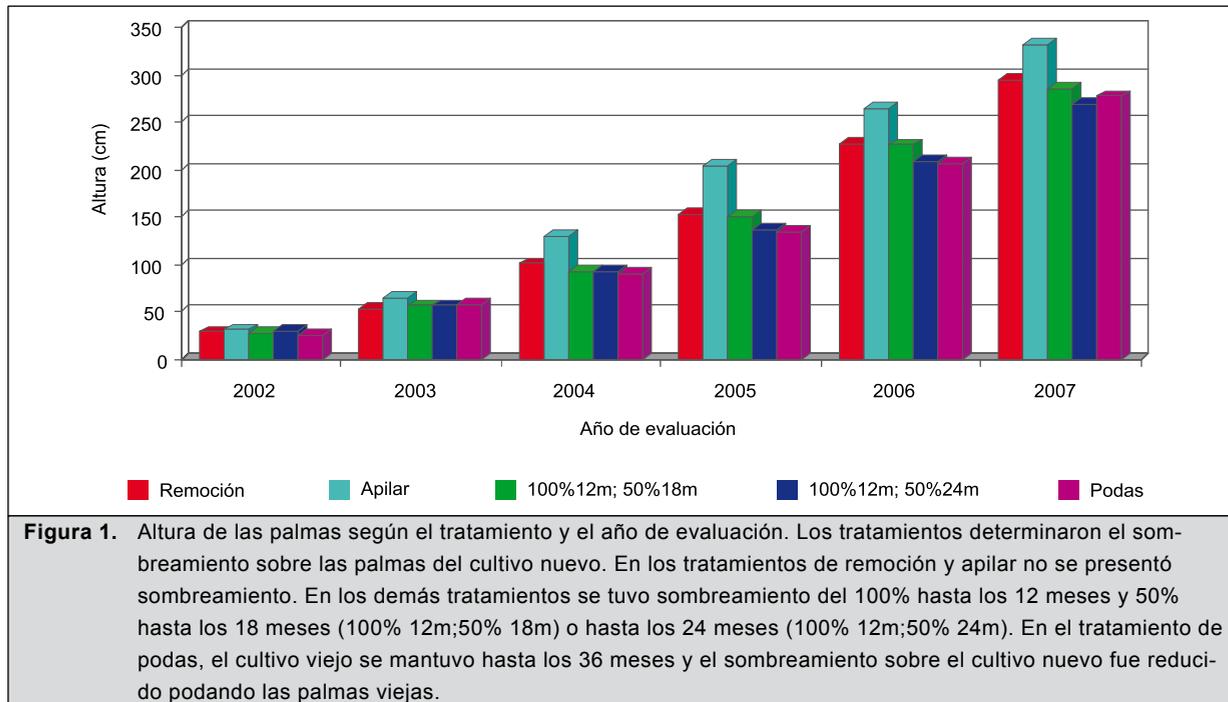
Tabla 2. Significancias estadísticas para las variables vegetativas, según el tratamiento y la evaluación

	Altura (cm)	Área foliar (m ²)	Peso seco (kg)	Emisión foliar (Hojas mes ⁻¹)
Tratamiento (TTO)	**	**	**	**
Evaluación (EVAL)	**	**	**	**
TTO x EVAL	**	n.s.	**	**
C.V.	22,8	30,9	23,4	9,9

**.: (Probabilidad<0,05; DMS)

n.s.: Sin diferencias estadísticas.

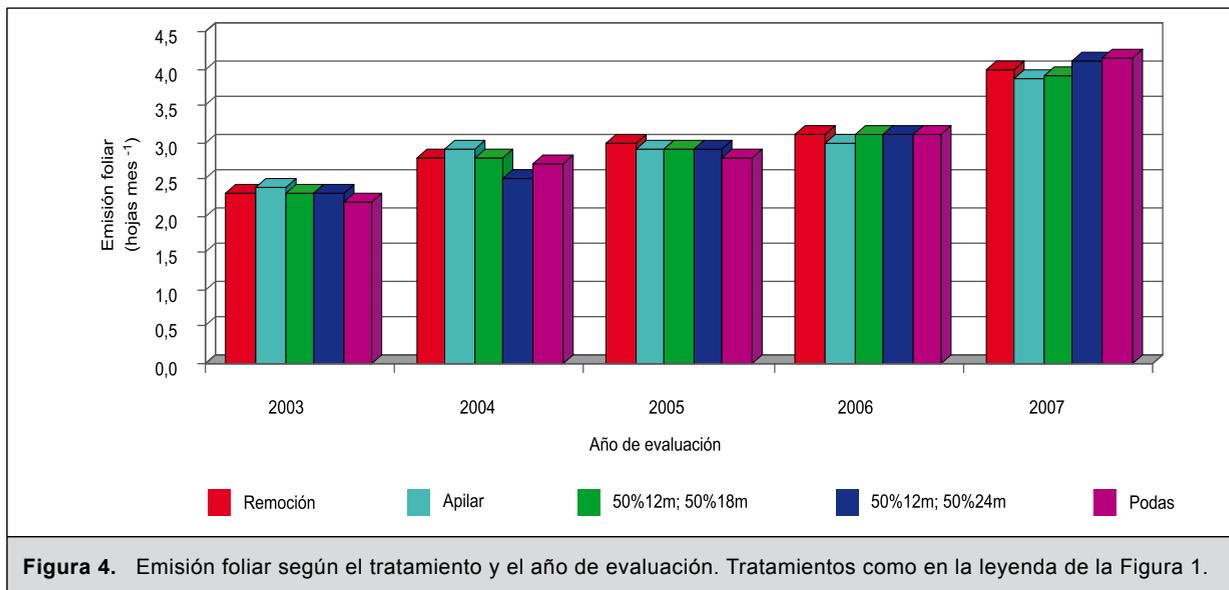
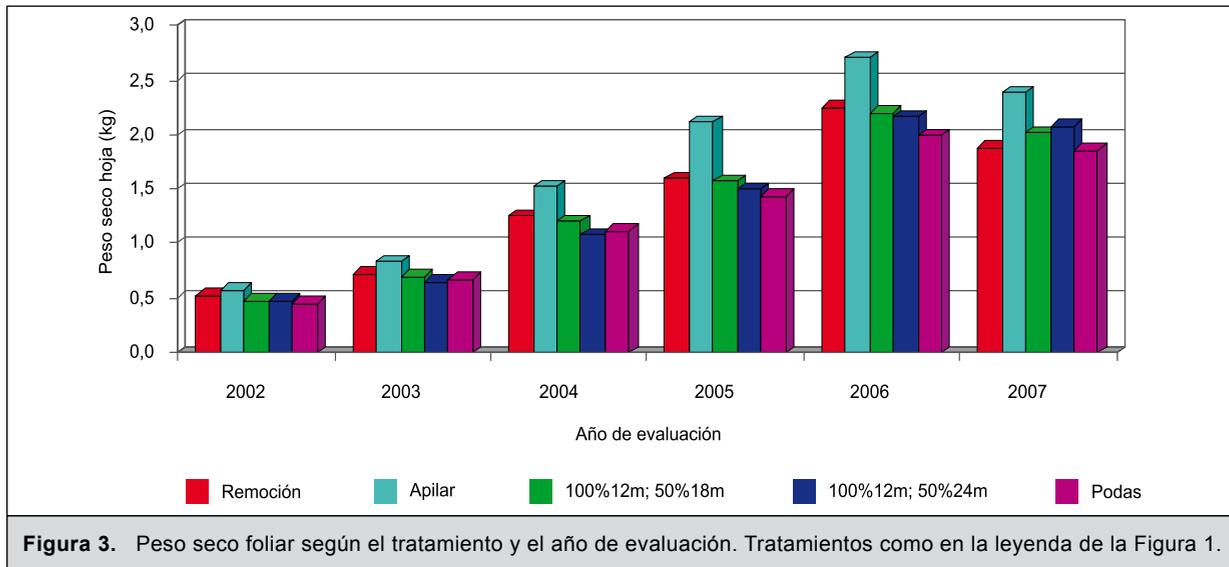
C.V.: Coeficiente de variación.



directo en la reducción del área foliar y que las diferencias se mantienen hasta el sexto año.

El comportamiento del peso seco (biomasa) fue similar al área foliar (Figura 3), si se toma en cuenta la relación que existe entre las dos variables. Estadísticamente, se observó que a partir del año 2004 las palmas que se ubicaron entre los apiles de estípites mostraron el mayor peso, y tuvieron diferencias significativas con los demás tratamientos. Mientras tanto, el tratamiento

de entre siembra con uso de podas tuvo el menor peso, y fue diferente estadísticamente a los demás tratamientos en el año 2006. Esto posiblemente ocurrió por la menor asimilación de nutrientes por parte de la nueva siembra, ya que para este tratamiento los estípites se mantuvieron en pie aun después de la inyección del herbicida, dejando disponibles solamente los nutrientes provenientes de la descomposición de las raíces, los cuales pudieron ser insuficientes para reciclarse en el sistema.



La tasa de producción de hojas es fuertemente afectada por la cantidad de luz disponible para las palmas (Breure, 1982). Estadísticamente se observó que para los años 2003 y 2004 las palmas del sistema de siembra con uso de podas presentaron el menor número de hojas emitidas por mes (Figura 4), y representaron una menor posibilidad de producción de racimos, si se tiene en cuenta que en la axila de cada hoja se puede formar una inflorescencia femenina. De esta manera, para el caso de estudio la menor producción de hojas representaría 1,5 y 2,0 racimos menos respecto al promedio de los otros tratamientos para los años 2003 y 2004. Sin embargo, para los demás

años no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que significa que probablemente los efectos se perdieron a partir del tercer año, tiempo en el que se erradicó la palma vieja y cuya característica también fue encontrada por Memet *et al.* (1998). También, Corley y Thinker (2003) reportan que en altas densidades a causa de las bajas intensidades de luz, el número de hojas por palma y la vida de la hoja se reduce; pero al realizar raleos de palmas, se incrementa la apertura foliar.

La variable relación de sexos se ajustó al modelo de crecimiento logístico (Figura 5), según la siguiente relación:

$$f(x) = \left\{ \frac{\alpha}{1 + e^{-\kappa(X-\gamma)}} \right\}$$

Donde,

α = máxima magnitud de la variable,

κ = constante entre 0 y 1, que determina la pendiente de la curva,

γ = momento de mayor tasa absoluta de crecimiento (TAC),

X = tiempo en meses después de sembrado el cultivo en campo (Tabla 3).

El máximo valor para la relación de sexos fue de 90,7%, el cual se encontró a partir del mes 58 después de la siembra en las palmas cultivadas entre los estípites apilados. Este tratamiento presentó diferencias estadísticas con las palmas cultivadas en el sistema de

podas y erradicación entre siembra 50% 12 meses y 50% 24 meses, los cuales reportaron valores de 78,66 y 75,8%, respectivamente. El mayor ritmo o tasa de crecimiento alcanzado fue de 6,5% entre los 29 y 34 meses después de la siembra en las palmas del tratamiento apilar, presentando diferencia estadística con los tratamientos podas y erradicación a los 12 y 24 meses, que tardaron cuatro y tres meses más.

En general, los mayores periodos de sombrío incrementan el número de inflorescencias masculinas o disminuyen el número de inflorescencias femeninas, reduciéndose la relación de sexos; de acuerdo con Corley y Tinker (2003), en palmas adultas el sombreado reduce el número de inflorescencias femeninas.

En la palma vieja, la producción de RFF dependió del tiempo en que se mantuvo en pie (Tabla 4). La mayor producción obtenida en el tratamiento de podas se debió al mayor número de palmas que se mantuvo

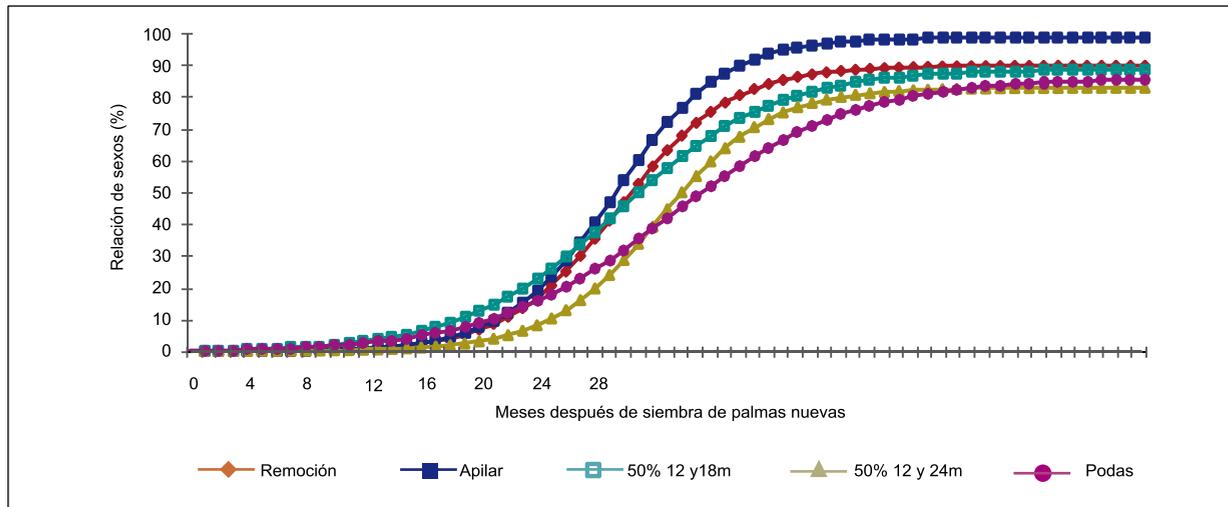


Figura 5. Curva de relación de sexos en meses después de siembra en campo. La tendencia en la relación de sexos se ajusta a un modelo logístico.

Tratamientos	Ll'	α	LS**	LI	K	LS	LI	Γ	LS	
Remoción	78,21	82,57ab	86,93	0,179	0,259	0,34	28,25	29,66ab	31,07	
Apilar	86,08	90,70 ^a	95,33	0,186	0,27	0,353	27,99	29,34b	30,69	
Entre siembra	100% 12 m; 50% 18m	76,03	81,61ab	87,19	0,123	0,185	0,247	27,60	29,61ab	31,62
	100% 12m; 50% 24m	70,84	75,80b	80,78	0,167	0,264	0,360	30,76	32,41 ^a	34,07
	Podas	72,21	78,66b	85,10	0,108	0,159	0,210	30,89	33,22 ^a	35,56

* Límite de confianza inferior

** Límite de confianza superior



Tabla 4. Producción de RFF (t/ha^{-1}) de la palma vieja después de iniciar la aplicación de diferentes métodos de renovación

Tratamientos	Año de evaluación			Acumulado
	2002	2003	2004	
Entre siembra 100% 12 m; 50% 18 m ^a	5,9			5,9
Entre siembra 50% 12 m; 50% 24 m ^b	9,9	1,23		11,13
Entre siembra Podas ^c	9,61	19,7	5,9	35,21

a: 50% removido en junio y 50% restante en diciembre de 2002.

b: 50% removido en junio de 2002 y 50% restante en junio de 2003.

c: Remoción total en junio de 2004.

en pie durante los tres años de evaluación, teniendo en cuenta que para los tratamientos de entre siembra con remoción parcial se dio la erradicación de las palmas durante 2002 y 2003, reduciendo el área potencial de producción. No obstante, vale la pena mencionar que la producción obtenida en 2003 para las palmas que fueron sometidas a podas fue el doble de lo que arrojaron en 2002, sin duda una condición atípica observada en diferentes plantaciones de la Zona Norte, y que no fue ajena a la zona de estudio, lo que afectó de manera positiva la producción total al final de los tres años.

La producción de RFF en la palma joven presentó diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos y entre años de evaluación (Tabla 5). Para el caso de los años de evaluación, las diferencias estadísticas se deben más a un efecto del inicio de producción de racimos de cada una de las palmas, que se incrementa cada año, y no a un efecto de los tratamientos, ya que se conoce que hasta el octavo año hay un incremento normal en la producción, la cual se estabiliza para los años siguientes.

Respecto a las diferencias encontradas entre tratamientos, se observa que en los años de evaluación los métodos de entre siembra con erradicación parcial (50% a los 12 meses; 50% a los 24 meses) y uso de podas mostraron la menor producción de RFF, y es posible que el tiempo de sombreado haya influido en la producción de la siembra nueva, con reducciones en promedio de 19,1 y 19,9 $t ha^{-1}$, en comparación con el tratamiento en el que se estableció la palma joven entre las pilas de los estípites viejos, los cuales presentaron las mejores producciones; ello concordó con los resultados obtenidos por Hakim *et al.* (1998),

quienes encontraron producciones superiores para los tres primeros años de cosecha.

Según Corley y Tinker (2003), la radiación solar captada por las hojas limita la formación y la tasa de crecimiento de la materia seca, la cual puede decrecer también por deficiencia de agua y nutrientes; la producción de las palmas sembradas entre los estípites de las palmas viejas, probablemente fue influenciada por la liberación de nutrientes provenientes de los restos de las plantas adultas ya que, según Henson *et al.* (1999), los estípites son una reserva de carbohidratos en la palma, y de acuerdo con Khalid *et al.* (1999), las reservas totales de nutrientes por hectárea de la biomasa encima del suelo, producidas al talar las poblaciones de palmas viejas, se pueden reciclar como materia orgánica.

El descenso en la producción obtenida como RFF estuvo asociado al menor número de racimos (Tabla 5), y es probable que la menor número de hojas abiertas alcanzado para 2003 y 2004 (Figura 4) haya influido en estos resultados, si se toma en cuenta que hubo una disminución de 2,5 y 2,0 hojas por año, que pudieron representar la emisión de inflorescencias femeninas. Según Corley y Thinker (2003), el sombreado reduce el número de estructuras femeninas, lo cual se puede apreciar en la Figura 5, pues los tratamientos con mayor sombreado presentan una menor relación de sexos; es decir, se incrementa el número de estructuras masculinas con respecto al total de estructuras reproductivas producidas.

El sombreado afectó el peso de los racimos para los tratamientos de entre siembra con erradicación parcial (50% 12 meses; 50% 24 meses) y uso de podas, y fue estadísticamente diferentes a los demás

Tabla 5. Valores promedio de racimos de fruta fresca (t/ha^{-1}), número de racimos y peso promedio de racimo en los primeros tres años de producción en palma de aceite joven cultivada en diferentes sistemas de renovación

Tratamientos	Años de evaluación			Acumulado
	2004	2005	2006	
Racimos de fruta fresca ($t\ ha^{-1}$)				
Apilar	8,1a	12,9a	22,4a	44,5a
Remoción	5,3b	11,0a	15,5b	32,9b
Entre siembra 100% 12 m; 50% 18 ma	5,4b	10,5ab	15,9b	32,8b
Entre siembra 50% 12 m; 50% 24 mb	3,5bc	6,9b	14,0b	25,4bc
Entre siembra Podasc	2,6c	6,8b	14,2b	24,6c
Media	5,0	9,6	16,4	32,0
CV (%)	68,6	60,6	40,9	39,3
Número de racimos (NR/ha^{-1})				
Apilar	1766,0a	2337,0a	2556,0a	6658,0a
Remoción	1239,0ab	2081,0ab	1895,0b	5215,0ab
Entre siembra 100% 12 m; 50% 18 ma	1374,0ab	1923,0abc	2085,0ab	5382,0ab
Entre siembra 50% 12 m; 50% 24 mb	981,0b	1561,0bc	2034,0ab	4576,0b
Entre siembra Podasc	957,0b	1374,0c	1970,0b	4302,0b
Media	1264,0	1855,0	2108,0	5227,0
CV (%)	60,3	5,2	31,8	36,5
Peso promedio racimo (kg)				
Apilar	4,3a	5,0	8,3	6,2
Remoción	4,0a	4,8	7,8	5,8
Entre siembra 100% 12 m; 50% 18 ma	3,5ab	5,1	7,3	5,5
Entre siembra 50% 12 m; 50% 24 mb	3,5ab	4,1	6,7	5,2
Entre siembra Podasc	2,7b	4,6	6,9	5,4
Media	3,6	4,7	7,4	5,6
CV (%)	40,7	38,6	28,8	27,0

*: Medias con la misma letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

tratamientos. La producción de racimos está correlacionada positivamente con la tasa de fotosíntesis y, a la vez, con el número de horas efectivas de luz solar plena (Sparnaaij *et al.*, 1963), razón por la cual el sombreado puede tener efecto sobre la producción.

Análisis económico

La mayor rentabilidad del sistema de renovación del tratamiento de entre siembra con uso de podas (Tabla 6), dependió exclusivamente de la producción de RFF que se obtuvo de la palma vieja (Tabla 4), ya

que la producción total de la palma joven mostró un detrimento para aquellos tratamientos en los que hubo permanencia de la palma adulta, debido posiblemente al efecto de sombrío en los tres años de evaluación (Tabla 5).

Observando las tendencias en la producción de la palma joven, se podría decir que si para el cuarto año de producción ésta se conserva, las diferencias que se mantienen hoy en día se estrecharían. Además, se debe tomar en cuenta que el éxito del tratamiento de entre siembra con uso de podas dependerá de las



producciones históricas, las cuales deberán conservar unos rendimientos promedios anuales de 15 t ha⁻¹, que permitan suplir las deficiencias en los rendimientos de la palma joven.

Con los datos económicos obtenidos se realizó un análisis de dominancia. Este análisis establece que un tratamiento se considera dominado cuando presenta beneficios netos inferiores o iguales a los de un tratamiento que tiene menores costos que varían. En la Tabla 6 se presenta el beneficio bruto que resulta de multiplicar el volumen de la producción por el precio de mercado del producto; los costos variables, que son la suma de todos los costos que difieren entre los distintos tratamientos, como son: costo de implementación del método de renovación y costos de transporte y cosecha de RFF, y el beneficio neto que resulta de restar al beneficio bruto el total de los costos que varían.

Por último, al organizar los tratamientos de mayor a menor, de acuerdo con los costos que varían, y com-

parar los cinco sistemas de renovación, se identifica al de remoción, como tratamiento dominado.

Con los tratamientos no dominados se construyó la curva de beneficio neto (Figura 6), en la cual se representa el beneficio neto en función de los costos variables. Cada tratamiento fue ubicado en el espacio cartesiano y la curva se construyó uniendo los puntos de los tratamientos no dominados. De este análisis se puede concluir que el mejor tratamiento desde el punto de vista económico es el de podas, sin tener en cuenta las repercusiones con respecto a la sanidad vegetal del nuevo cultivo ni la fisiología de estas palmas.

Los resultados de este estudio muestran dos aspectos que se deben tener en cuenta en el momento de la renovación. Por un lado está el biológico (respuesta del cultivo nuevo al sombreado que hace el cultivo viejo y que se puede evidenciar en términos de productividad), y por otro lado, el económico. En la ventana de estudio observada en esta investigación,

Tabla 6. Análisis de dominancia para métodos de renovación en palma de aceite

Método	Ingreso bruto	Costos que varían	Beneficio neto	Dominado
100% 12m; 50% 24m	8.087.423	2.386.042	5.701.381	
100% 12 m; 50% 18 m	8.844.291	2.398.125	6.446.166	
Remoción	7.662.217	3.064.847	4.597.370	D
Apilar	10.460.074	3.167.397	7.292.677	
Podas	12.673.131	3.391.477	9.281.654	

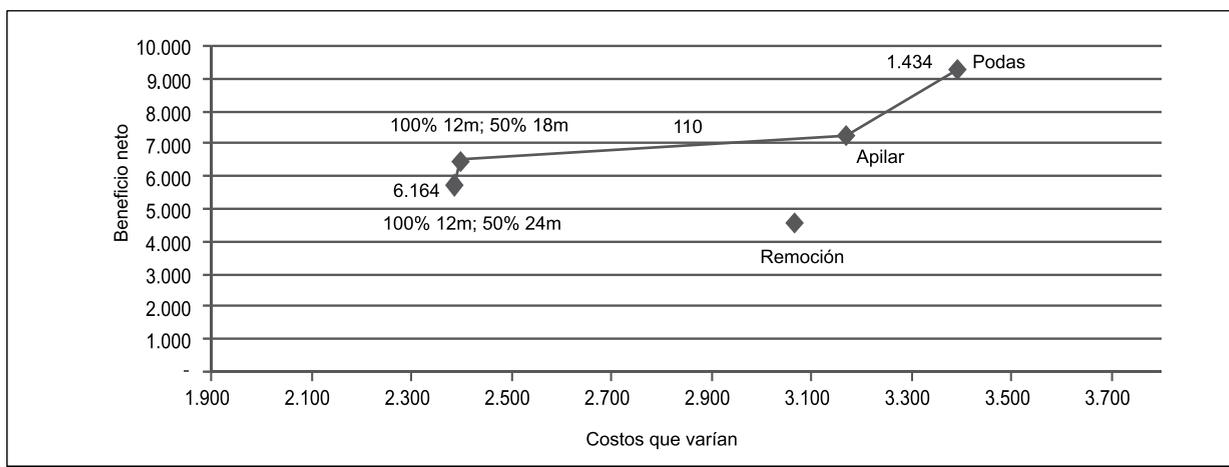


Figura 6. Curva de beneficio neto para los diferentes métodos de renovación evaluados en miles de pesos y tasas marginales de retorno en pesos.

los dos aspectos no son coincidentes. Así, mientras desde el punto de vista biológico, la práctica más recomendable es erradicar el cultivo viejo y dejarlo en las entrecalles del cultivo nuevo (apilar), siendo el tratamiento de podas el menos recomendable (Tabla 5), en el aspecto económico, durante los primeros cinco años, el mejor tratamiento en cuanto a beneficio neto es el de podas (Tabla 6 y Figura 6). Sin embargo, los datos muestran que la parte biológica puede tener, a futuro, un efecto marcado en la parte económica, después de la ventana de observación. En la Tabla 5 se observa que en los primeros años productivos las diferencias entre tratamientos no son muy altas (años 2004 y 2005), pero la mayor permanencia del cultivo viejo tiene un efecto muy marcado al tercer año productivo (año 2006), de tal manera que las palmas no sombreadas (apilar) producen en promedio por hectárea 8 toneladas más de RFF que el tratamiento de podas. La tendencia de la relación de sexos (Figura 5) muestra que se producen más flores femeninas (y

por tanto más racimos) en el tratamiento de apilar en comparación con los demás tratamientos, aspecto que en el futuro podría tener un impacto aún mayor sobre la producción, con lo cual es probable que después del quinto año, incluso en el aspecto económico el tratamiento de apilar sea mucho mejor que los tratamientos de entre siembra.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo recibido de la Plantación Inversiones Padornelo durante el transcurso de este trabajo de investigación, y a Mauricio Mosquera, del programa de Referenciación Competitiva de Cenipalma, por su ayuda en el análisis económico. Este trabajo está enmarcado dentro del convenio de cooperación institucional entre Cenipalma y la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional. La investigación de Cenipalma es financiada por Fedepalma - Fondo de Fomento Palmero (FFP).



Bibliografía

- Breure, C.J. 1982. Factors affecting yield and growth of oil palm tenera in West New Britain. *Oleagineux*, 37: 213-223.
- Corley, R.H.V.; Tinker, P.B. 2003. *The Oil palm*. Fourth edition. Blackwell Science Ltda.
- Fedepalma. 1999. El cultivo de la palma de aceite en Colombia y el mundo 1994-1998. En: *Anuario estadístico*.
- Hakim, M.; Harahap, S.; Maluk, C. 1998. Interplanting method in oil palm replanting program: A new cost effective approach. In: *1998 International oil palm conference*. Commodity of the past, today and the future. Proceedings; septiembre 23-25. Bali, Indonesia. Medan, Iopri. Malasia.
- Hardon, J.J.; Tang, Y. 1971. Analisis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Malaysia. *Experimental agriculture* (Reino Unido). 7: 129-136.
- Henson, I.E.; Chang, K.C.; Siti Nor Aishah, M.; Chai, S.H.; Hasnuddin MHD, Y; Zakaria, A. 1999. The oil palm trunk as a carbohydrate reserve. *Journal of Oil Palm Research* 12(2): 98-113.
- Khalid, H.; Zin, Z.; Anderson, J. 1999. Effects of oil palm residues management on soil dynamics and oil palm growth. In: Pipoc Porim International palm oil congress emerging technologies and opportunities in the next millenium. Kuala Lumpur, Malaysia. *Proceedings (Agriculture)*: 43-54.
- Khalid, H.; Zin, Z.; Anderson, J. 1999b. Quantification of oil palm biomass and nutrient value in a mature plantation. I. Above-ground biomass. *Palmas* 21(1): 67-77.
- Memet, H.; Saibun, H.; Chairul, M. 1998. Interplanting method in oil palm replanting program: A new cost – effective approach. In: *International oil palm conference*. p. 240 - 249.
- Reyes, A.; Durán, C. 1996. Renovación de plantaciones de palma de aceite. En: *Memorias - Primer curso internacional de palma de aceite*.
- Spaarnaij, L.D.; Rees, A.R.; Chapas, L.C. 1963. Annual yield variation in the oil palm. *Journal of the West African Institute of Oil Palm Research* (Nigeria). 4: 111-125.