

Desarrollo de las hojas en la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) y determinación de la tasa de apertura de las hojas*

Development of leaves in oil palm (Elaeis guineensis) and determination of leaf opening rate

C.J. BREURE¹

RESUMEN

En primordios disectados de palma de aceite, sembrada en cuatro densidades de siembra, se determinó la longitud del raquis en todos los tratamientos probados. En todas las densidades, la longitud del raquis comenzó a aumentar rápidamente en la hoja -10, es decir, en la hoja que es diez veces más joven que la hoja conocida como flecha. El número promedio de los primordios foliares en las tres densidades más altas fue de 47,7, comparado con 51,1 primordios encontrados en la densidad menor de 56 palmas/ha. En el tratamiento con la densidad de siembra más alta se eliminaron algunas palmas (raleo) con el objetivo de identificar la fase en la cual la cantidad de luz afecta la tasa de apertura de las hojas. Un aumento repentino de luz aceleró la producción de hojas, tanto en la fase de expansión rápida como en la fase de expansión lenta. La mayor aceleración de la producción de hojas comenzó 24 meses después del raleo, probablemente debido al efecto de la luz adicional sobre la tasa de iniciación de las hojas. La respuesta al raleo en la producción de hojas podría también aplicarse a otras prácticas de cultivos afines.

SUMMARY

Oil palm rachis length was determined on primordia dissected from palms planted at four densities. It started to increase rapidly in leaf -10, that is, about ten leaves younger than the spear leaf in all density treatments. The mean number of leaf primordia at the three higher palm densities was 47,7 compared with 51,1 at the lowest density of palms/ha. Some of the palms planted at the highest density were thinned to identify the stage at which the amount of light affected the rate of leaf opening. A sudden increment of light accelerated leaf production at both the rapid expansion stage and the processing slow expansion stage. The greatest acceleration of leaf production began 24 months after thinning, probably because of the effect of the extra light on the rate of leaf initiation. The response of leaf production to the thinning may apply to other related cultural practices.

Palabras Claves: Palma de aceite, *Elaeis guineensis*, Hojas, Crecimiento, Desarrollo biológico, Fisiología

Tomado de: Experimental Agriculture (Gran Bretaña) v.30,p. 467-472. 1994.

1. Dami Oil. Palm Research Station, P.D. 165. Kimbe, West New Britain, Papua New Guinea.

INTRODUCCION

En un trabajo anterior, Breure y Menéndez (1990) identificaron las etapas en el desarrollo de las inflorescencias de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.), en el cual se determinaron el número y peso de los componentes de los racimos de fruta. Más recientemente, Breure y Corley (1992) determinaron la etapa en la cual la sección transversal del peciolo de las hojas se volvía fijo, pero tal información es aún escasa para los otros componentes del crecimiento vegetativo. Entre éstos, la tasa de apertura de las hojas es de particular interés.

La tasa de producción de hojas establece el límite superior del número de racimos de fruta que pueden producirse, debido a que sólo una inflorescencia se inicia en cada axila foliar. Por tanto, una alta tasa de producción de hojas puede parecer deseable. En la práctica, algunas de las axilas foliares dan origen a inflorescencias masculinas o a inflorescencias que abortan, en tal forma que el número de racimos es casi siempre apreciablemente menor que la producción de hojas.

La producción de hojas es también un componente principal de la producción de materia vegetal seca (MVS), por esta razón, una tasa baja es deseable para minimizar la MVS, y de aquí que se aumenta el índice de la cosecha (IC), que es la proporción de materia seca total utilizada para la producción de aceite y palmiste (Breure y Bos 1992). Una mejor comprensión de la tasa de producción de hojas es así necesaria para entender el crecimiento y la producción de la palma de aceite.

Breure y Menéndez (1990) identificaron la etapa en la cual se determinaron los componentes de rendimiento del racimo, utilizando un procedimiento de intervención en el raleo del cultivo, el cual produjo un incremento súbito en la cantidad de luz que penetra a las hojas, como parte de un experimento de espaciamento en la Estación de Investigación de Palma de Aceite Dami en Papua Nueva Guinea. Ellos siguieron los componentes de rendimiento en hojas numeradas secuencialmente, registraron la primera desviación entre el grupo con raleo y el grupo sin raleo y determinaron la etapa crítica correspondiente de los componentes de rendimiento mediante la disección de

una muestra de palmas taladas. A medida que la tasa de apertura de las hojas parecía responder positivamente al aumento de luz (Breure 1982; Corley y Donough 1992), se utilizó el mismo experimento para investigar cómo afecta la luz la tasa de apertura de las hojas. Sin embargo, el raleo también aumentó el número y el peso de los racimos en desarrollo, o la actividad de frutificación de las palmas restantes, las cuales, como lo registraron Breure y Menéndez (1990), disminuyeron la respuesta a los componentes de rendimiento unos pocos meses después del raleo. Como la actividad de frutificación reduce la tasa de producción de hojas (Corley y Breure 1992), ésta también puede impedir, temporalmente, la ganancia esperada en la producción de hojas debido al raleo.

Cualquier cambio en la tasa de apertura de hojas debe venir por medio de alteraciones, bien en el número de hojas sin abrir que permanecen en la yema, lo cual sólo resultaría en cambios transitorios en la producción foliar, o en la tasa de iniciación de primordios, lo cual resultaría en cambios sostenibles. Muchos autores (por ejemplo, Breure 1982; Corley y Breure 1992; Corley y Hew 1976) han demostrado que la producción de hojas puede alterarse por tratamiento, pero ellos no distinguen entre estos dos tipos de respuesta. Este documento explora ambas posibilidades.

Broekmans (1957) encontró que el crecimiento de los primordios foliares en la yema fue lento hasta el desarrollo de las hojas -10 a -7, esto es, 10 a 7 hojas más jóvenes que la hoja flecha. El denominó esto como Fase 1 en el desarrollo de las hojas y encontró que durante la etapa de expansión rápida (Fase 2), las hojas en las palmas maduras aumentaron en longitud de sólo unos pocos centímetros hasta casi 7 m.

El desarrollo de los primordios foliares en la yema no fue registrado realmente para las palmas taladas en el estudio; por tanto, se determinó el inicio de la expansión rápida, disectando muestras separadas de todas las cuatro densidades de siembra del mismo experimento de espaciamento, un poco después del raleo. También se registró el número de primordios foliares para verificar el estudio de disección de Corley (1976). Los resultados se utilizaron para estimar el tiempo después del raleo

*La tasa de
producción de
hojas establece
el límite
superior del
número de
racimos de
fruta que
pueden
producirse.*

en el cual la tasa de iniciación foliar comenzó a afectar la tasa de apertura de las hojas.

Como entre los tratamientos de densidad se incluyó uno con competencia por luz sin importancia, las disecciones también permitieron estimar el cambio máximo probable en el número de primordios foliares que resultan del raleo. La identificación de los cambios en la cadena del desarrollo de los primordios foliares es particularmente crucial, ya que tales cambios podrían enmascarar parcialmente el efecto del raleo sobre la tasa de iniciación foliar.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron palmas experimentales de un experimento de densidad, sembrado en la Estación de Investigación de Palma de Aceite Dami en octubre de 1970. El experimento comparó palmas sembradas en las densidades de 56, 110, 148 y 186 palmas/ha, en parcelas de casi 0,75 ha, con cuatro replicaciones. Las palmas de cada replicación del tratamiento con 186 palmas/ha se dividieron en dos grupos iguales. En un grupo, la mitad de las palmas en rededor se tumbaron en octubre de 1981, dejando 20 palmas experimentales por replicación con la cantidad de luz aumentada. Estas palmas son llamadas como el grupo "con raleo" y se compararon con 20 palmas sin raleo por replicación, dejadas en la densidad original en el centro del otro grupo (el grupo "sin raleo"). Para ambos grupos de 80 palmas, la tasa de emergencia de hojas completamente abiertas se registró mensualmente de noviembre de 1981 a septiembre de 1985 (46 meses).

La producción de hojas en ambos grupos de palmas se registró primero de noviembre de 1974 a octubre de 1977 (antes del raleo). Los datos no mostraron una diferencia significativa en la producción anual de hojas entre los dos grupos (28,0 para el grupo "sin raleo" contra 27,8 del grupo "con raleo"). De esta manera, cualquier diferencia que pueda surgir después del raleo no pueden atribuirse al error de muestreo.

Los puntos de crecimiento de cerca de 10 palmas de cada una de las cuatro densidades se disectaron en octubre de 1989. La poca de lluvia en los meses anteriores hizo que las condiciones fueran similares a

aquellas del tiempo de la intervención del raleo (octubre de 1981), aunque el raleo ocurrió en una época de alta actividad defructificación, cuando el número de racimos en desarrollo fue excepcionalmente alto (Breure y Menéndez 1990). La longitud del raquis se midió en las 20 hojas cortas más viejas. Este número de hojas se escogió para cubrir la fase en la cual Broekmans (1957) encontró se iniciaba la expansión foliar rápida (su Fase 2). Todos los primordios foliares pueden ser cortados y contados para la mayoría de los puntos de crecimiento.

RESULTADOS

Hubo cerca de 48 primordios foliares en la yema de las palmas sembradas en las tres densidades más altas, lo cual concuerda bien con el número reportado por Corley (1976) en palmas maduras sembradas en la densidad comercial normal en Malasia. Las diferencias entre las densidades más altas fueron mínimas, pero el número de primordios fue claramente más alto en la densidad de siembra más baja (Tabla 1). Por tanto, se sugiere que el número de primordios foliares en una yema puede aumentar cuando se suprime la competencia por luz.

El número de primordios foliares en una yema puede aumentar cuando se suprime la competencia por luz.

La densidad de siembra no tuvo efecto sobre la longitud del raquis en cada uno de los 20 primordios foliares consecutivos más antiguos en la yema, así que los datos de todas las densidades de siembra se juntaron. La rápida elongación del raquis ocurrió en las 10 hojas más viejas antes de la apertura de las hojas. Esto concuerda bien con la etapa en la cual Broekmans (1957) encontró que la Fase 2 en el desarrollo foliar se inició durante la estación

seca en Nigeria. Esto corresponde a un tiempo de casi cinco meses antes de la apertura de la hoja.

La tasa de producción de hojas completamente abiertas llegó a ser mucho mayor en las palmas raleadas que en aquellas sin raleo, poco después del raleo, aunque hubo una pequeña diferencia en los meses tercero, cuarto, octavo y noveno. Después del noveno mes, la tasa de producción de hojas fue consistentemente mayor en las palmas raleadas, aunque la magnitud de la respuesta fluctuó hasta los 24 meses después del raleo, cuando un promedio de 46,4 hojas se habían abierto en las palmas raleadas (Fig. 1).

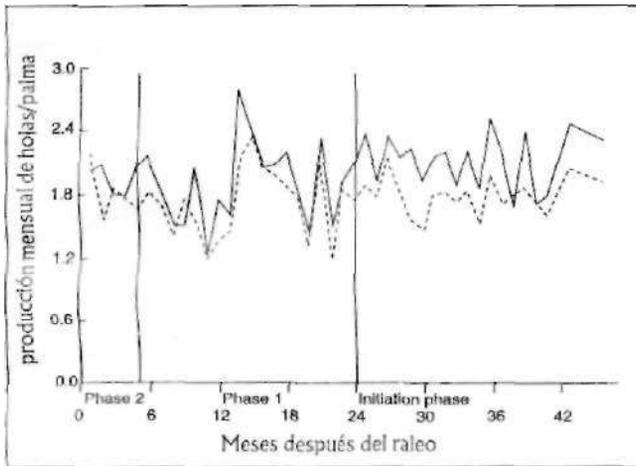


Figura 1. Producción mensual de hojas por palma desde el inicio del raleo para palmas raleadas (—) y sin ralear, en las tres fases del desarrollo foliar (---).

Esto fue casi el mismo número de primordios foliares por yema que se encontraron en una muestra separada en las densidades de siembra más altas (Tabla 1), como también lo reportó Corley (1976). Como la respuesta continuó hasta el fin del período de registro de 46 meses, esto indica que la ganancia en 24 meses se debe a un efecto sobre la tasa de iniciación de las hojas. La respuesta no fue tan marcada en los meses 26 y 27, y de nuevo para un período corto de casi un año más tarde.

Como la tasa de producción de hojas en cualquier mes está ligada a aquella en el siguiente mes, no se justifica un análisis estadístico de los registros mensuales de las dos poblaciones. La producción de hojas en las fases de desarrollo sucesivo se resume en la Tabla 2.

DISCUSION

Los resultados presentados muestran que un aumento súbito en la cantidad de luz acelera el desarrollo de las hojas, tanto en la fase de expansión

Tabla 1. Número promedio de primordios foliares en las yemas de palmas de 19 años de edad al crecer en diferentes densidades de siembra.

Densidad de siembra (palmas/ha)	Número de primordios foliares	Tamaño de la muestra	Desviación estándar
56	51,5	8	4,2
110	48,0	5	3,7
148	47,2	11	2,6
186	48,0	8	2,9

Tabla 2. Producción total de hojas/palma en palmas raleadas y sin ralear para los tres períodos, que corresponden a las dos fases del desarrollo foliar al momento del raleo y a aquellos primordios foliares que inician después del raleo.

Fase (Meses desde el raleo)	Producción de hojas/palma con raleo	Producción de hojas/palma sin raleo
Fase 2 (1-5)	11,9	10,9*
Fase 1 (6-23)	32,1	29,0**
Hoja iniciadas después del raleo (24-46)	49,8	41,9***

*, **, *** Indican que la diferencia entre los tratamientos con raleo y sin raleo es significativa en las $P < 0,05$, $0,01$ y $0,001$, respectivamente

lenta (Fase 1) como en la de expansión rápida (Fase 2). En vista de que el desarrollo más rápido en el tratamiento con raleo tuvo como resultado la producción de cuatro hojas más por palma entre los meses 1 y 23; debería haber cuatro hojas menos en la yema del grupo con raleo, si la tasa de iniciación de la hoja no es también afectada. Pero, la disección mostró que las palmas en la densidad de siembra baja en realidad tuvieron un número de primordios más alto en lugar de más bajo (Tabla 1). Esto indica que la tasa de iniciación foliar probablemente se aumentó después del raleo. El mayor aumento en la tasa en los segundos dos años, que corresponde a hojas iniciadas después del raleo, apoyó esto.

La falta de respuesta en el tercer y cuarto meses luego del raleo puede haberse debido a la ganancia en peso del número excepcionalmente alto de racimos en las palmas raleadas poco después del raleo. Esta actividad de fructificación incrementada puede también explicar la falta de respuesta en los meses 8 y 9, tres a cuatro meses después de la respuesta de la Fase 1, y en los meses 26 y 27, cuando la tasa aumentada de la iniciación foliar se hizo evidente.

Broekmans (1957) sugirió que la variación estacional en la tasa de la apertura de las hojas puede explicarse por la acumulación de hojas no abiertas en la Fase 2 durante la estación seca, las cuales entonces abren copiosamente con la llegada de las lluvias. Los hallazgos de este trabajo proporcionan algún apoyo para esta idea, siempre y cuando el efecto del estrés hídrico es similar a aquel de la competencia por luz en palmas sin ralear, ya que ambas están involucradas en la producción fotosintética. Broekmans (1957) sugirió que el número de hojas que entran en la Fase 2 permanece sin afección por las fluctuaciones estacionales en la precipitación, de tal manera que el

efecto de esta sequía está restringido al número de hojas que permanecen en la Fase 2. En estudios de cambios a corto plazo, aunque otros cambios posibles pueden ser enmascarados. Es más probable que tanto la velocidad de desarrollo foliar en la Fase 1 y la tasa de iniciación de las hojas estén afectadas.

Los hallazgos aquí reportados apoyan la sugerencia de Broekmans de que las diferencias sostenidas en la tasa anual de producción de hojas entre las áreas más húmedas y más secas son debidas a diferencias en la tasa de iniciación de las hojas.

Como la producción de hojas usualmente se registra en experimentos agronómicos, los hallazgos aquí presentados pueden ser útiles en la interpretación de la magnitud y el registro del tiempo de las respuestas en tales experimentos. Estos datos también pueden contribuir al desarrollo de modelos de simulación para predecir la variación mensual o estacional en el rendimiento y el crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Mr. Agus Purwoko y Mr. J.J. Barr por su asistencia técnica, y a los doctores R. H. V. Corley, P.J.G. Keuss y a Mr. W. Gerritsma por sus invaluable comentarios. El autor agradece al Papua New Guinea Oil Palm Research Association, por el permiso de publicar estos resultados, y particularmente al anterior director Mr.T. Menendez por la recopilación de algunos de los datos.:

BIBLIOGRAFIA

- BREURE, C.J. 1982. Factors affecting yield and growth of oil palm in West New Britain. *Oléagineux* (Francia) v.37, p.213-227.
- _____; BOS, Y. 1992. Development of elite families in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Euphytica* (Holanda) v.64, p.99-112.
- _____; CORLEY, R.H.V. 1992. Fruiting activity, growth and yield of oil palm. II. Observations in untreated populations. *Experimental Agriculture* (Gran Bretaña) v.28, p.111-121.
- _____; MENENDEZ, T. 1990. The determination of bunch yield components in the development of inflorescences in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Experimental Agriculture* (Gran Bretaña) v.26, p.99-115.
- BROCKMANS, A.F.M. 1957. Growth, flowering and yield of the oil palm in Nigeria. *Journal of the West African Institute of Oil Palm Research* (Nigeria) v.2, p. 187-220.
- CORLEY, R.H.V. 1976. Inflorescence abortion and sex differentiation. In: R.H.V. Corley, J.J. Hardon; B.J. Wood (Eds.). *Oil Palm Research*. Elsevier, Amsterdam. p.37-54.
- _____; HEW, C.K. 1976. Pruning. In: R.H.V. Corley, J.J. Hardon; B.J. Wood (Eds.). *Oil Palm Research*. Elsevier, Amsterdam. p.307-313.
- _____; BREURE, C.J. 1992. Fruiting activity and yield of oil palm. I. Effects of fruit removal. *Experimental Agriculture* (Gran Bretaña) v.28, p.99-109.
- _____; DONOUGH, C.R. 1992. Potential yield of oil palm clones -The importance of planting density. In: ISOPB International Workshop on Yield Potential in the Oil Palm. *Proceedings. International Society of Oil Palm Breeders and Palm Oil Research Institutes*, Kuala Lumpur. p.58-71.
- HENRY, P. 1957. Recherches cytologique sur l'appareil floral et la graine chez *Elaeis guineensis* et *Cocos mucifera*. I. La formation de l'appareil floral. II. Les fleurs et la graine. *Revue Générale de Botanique* (Francia) v.68, p. 111 - 132, 164-198.