

Actividad de fructificación, crecimiento, y rendimiento de la palma de aceite

II. Observaciones en poblaciones sin tratar

Fruiting activity, growth and yield of oil palm.

II. Observations in intreated populations

C.J. Breure¹ y R.H.V. Corley²

RESUMEN

El grado al cual los componentes de número y peso del fruto de la palma de aceite se ven afectados por el peso total de los racimos de fruto en la palma (actividad de fructificación) se investigó mediante el análisis de regresión múltiple, utilizando el agua disponible para la planta y las horas de sol como covariables adicionales. La actividad de fructificación aumentó significativamente el porcentaje de inflorescencias abortadas, pasados seis meses a partir de la apertura de la hoja, y redujo la proporción de inflorescencias femeninas en relación al total (proporción sexual), siete a ocho meses antes de la apertura de la hoja. El peso promedio de los racimos se vio afectado en forma negativa por la actividad de fructificación, diez a once meses antes de la cosecha, siendo la cantidad de flores por espiguilla y el peso promedio de un solo fruto los únicos componentes que presentaron una clara respuesta. La actividad de fructificación redujo en forma significativa la zona de hojas en el corte transversal del peciolo seis meses antes de la apertura de las mismas. Los modelos de simulación para predecir el rendimiento de la palma de aceite deben tener en cuenta los ciclos de rendimiento endógeno resultantes de estos efectos en la actividad de fructificación.

Palabras claves: Palma de aceite, Fisiología, Actividad de fructificación, Componentes de rendimiento

SUMMARY

The extent to which the number and weight components of oil palm fruit yield are affected by the total weight of the fruit bunches on the palm (fruiting activity) was investigated by multiple regression analysis, with plants available water and sunshine hours and additional covariates. Fruiting activity significantly increased the percentage of aborted inflorescences six months after leaf opening, and reduced the ratio of female to total inflorescences (sex ratio) seven to eight months prior to leaf opening. Mean weight of bunches was negatively affected by fruiting activity ten to eleven months before harvest, the number of flowers per spikelet and the mean single fruit weight being the only components to show a clear response. Fruiting activity significantly reduced the petiole cross sectional area of leaves six months before opening. Simulation models for oil palm yield forecasting must take account of the endogenous yield cycles resulting from these effects of fruiting activity.

1 Dami 0.1 Palm Station, West New Britain, Papua New Guinea. Dirección Actual: Harrison Fleming Advisory Services, 1-4 Great Tower Street, London EC3R 5AB, Inglaterra

2 Layang-Layang, Johore, Malasia- Dirección Actual: Unilever Plantations, Unilever House, Blackfriars, London EC4P4BQ, Inglaterra
Tomado de : Experimental Agricultura (Inglaterra) N. 28, p. 111 - 121. 1992.

Traducido por: FEDEPALMA

INTRODUCCION

En un trabajo anterior (Corley y Breure 1992), los autores demostraron que al limitar artificialmente el número de racimos de fruto que se permite desarrollar en una palma, varios componentes del rendimiento de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) se ven afectados por el rendimiento de los meses anteriores. Estos efectos de retroalimentación son comunes en otros cultivos perennes (Luckwill 1970) y pueden producir ciclos de rendimiento que son, en parte, independientes de los factores climáticos. La palma de aceite fructifica durante todo el año, de manera que el período de tales ciclos dependerá del intervalo entre un cambio en el número de racimos en una palma, o "actividad fructificadora", y la respuesta de cada componente de rendimiento. En un trabajo anterior (Corley y Breure 1992) presentaron información sobre estos intervalos para los principales componentes de rendimiento, la relación de sexos, la tasa de aborto y el peso promedio del racimo, aunque los resultados no coincidieron exactamente con los de otros estudios (Corley 1976; Breure y Menendez 1990).

En el presente trabajo se analiza en qué medida la actividad de fructificación puede explicar las fluctuaciones naturales del rendimiento en las plantaciones de palma de aceite. Se han examinado las correlaciones entre la actividad de fructificación y cada componente del rendimiento, pero una correlación estadísticamente significativa no necesariamente indica una relación causal; donde varios factores, todos varían estacionalmente, seguramente ocurrirán correlaciones entre ellos. Las correlaciones insignificantes se pueden excluir de diversas formas. Una posibilidad es analizar, no los ciclos estacionales, sino las desviaciones de dichos ciclos (Dufour et al. 1988). Otra posibilidad que se adoptó aquí, es utilizar información previa acerca de la dirección de la respuesta y el posible retraso de tiempo, para decidir cuáles correlaciones son significativas. En un trabajo anterior (Corley y Breure 1992) se estableció la dirección de la respuesta para cada componente del rendimiento. Los posibles retrasos en el tiempo se obtuvieron del mismo estudio y del trabajo de Breure y Menendez (1990). Con esta información, la correlación o la regresión se pueden utilizar en forma

confiable para indicar la importancia de cada efecto en la población.

Tanto el estudio anterior de los autores como el de Breure et al. (1990) demostraron que el aborto floral es más sensible al estrés que la proporción de inflorescencias femeninas diferenciadas (la relación de sexos). En contraste con las respuestas discretas demostradas por los componentes del número de racimos, algunos de los componentes del peso del racimo responden gradualmente y en más de un estado de desarrollo, de manera que los cambios no son muy claros. Las relaciones compensatorias entre componentes pueden oscurecer, aún más, la contribución de un solo componente al peso definitivo del racimo (Breure y Menendez 1990; Corley y Breure 1992).

La actividad de fructificación tiene efecto sobre el rendimiento y los componentes de la producción de materia seca

En el estudio anterior, los autores encontraron que la actividad de fructificación tuvo un efecto sobre el rendimiento, al igual que sobre los componentes de la producción de materia vegetativa seca. De los parámetros que generalmente se miden (Hardon et al. 1969; Corley et al. 1971), el área del corte transversal del pecíolo es el que mejor refleja el crecimiento vegetativo (Corley 1976; Ruery Varéchon 1964).

En el presente estudio se han analizado los componentes del número de racimos en palmas cultivadas a dos densidades de siembra en la Estación Investigación de Palma de Aceite Dami, en Papúa Nueva Guinea y en dos sitios diferentes en Sumatra del Norte, Indonesia. Los componentes del peso del racimo se estudiaron en tres bloques de palmas en Johore. Malasia.

Se sabe que el estrés hídrico y la radiación solar tienen grandes efectos sobre la diferenciación sexual y la tasa de abortos (Corley 1976; Turner 1977). Por consiguiente, estas variables se utilizaron como covariantes para explicar la variación en los componentes de rendimiento. Sin embargo, el objetivo del presente estudio es explorar el papel potencial de los niveles fluctuantes de la actividad de fructificación sobre los ciclos de rendimiento; este estudio es de gran importancia para cualquier intento de desarrollar modelos de simulación por computador para pronosticar el rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

Experimento 1

Este fue un experimento de densidad X fertilización, sembrado en octubre de 1970, con cuatro replicas, en la Estación de Investigación de Palma de Aceite Dami, en West New Britain, Papúa Nueva Guinea. Se compararon cuatro densidades en las parcelas principales, pero en este estudio solamente se utilizaron los tratamientos de 110 y 148 palmas ha⁻¹. por cuanto estas representan el rango de densidades que se emplean normalmente en las prácticas de plantación en la región. Cada parcela, de 36 o 48 palmas, respectivamente, se dividió en cuatro subparcelas, las cuales se trataron con cuatro diferentes niveles de fertilización hasta 1979: 0, 50, 100 y 150% de la dosis comercial. Los tratamientos de fertilización se tuvieron en cuenta para el análisis de regresión múltiple, pero aquí solamente se presentan los resultados combinados. El número total de palmas fue de 4 x 36 = 144 a 110 ha⁻¹ y 4 x 48 = 192 a 148 ha⁻¹. Detalles adicionales sobre este experimento los describe Breure (1977).

Inicialmente se utilizó la polinización asistida en las palmas, debido a la deficiente polinización natural, pero en 1981 se introdujeron insectos polinizadores.

Experimento 2

Este fue un experimento en parcelas divididas, sembrado con cinco replicas en la Estación de Investigación Bah Lias, en Sumatra del Norte, Indonesia, en 1979. Los principales tratamientos fueron tres densidades de siembra, y los tres subtratamientos consistieron en semilla suministrada por tres proveedores diferentes. Las subparcelas consistieron de 24 palmas. En este estudio se analizaron todos los subtratamientos solamente a la densidad más baja (128 palmas ha⁻¹, que es la densidad que se utiliza comercialmente); con cinco replicas, esto dió un total de 360 palmas.

Experimento 3

El diseño de éste fue idéntico al del Experimento 2 y se sembró al mismo tiempo en la plantación Gunung

Melayu en Sumatra del Norte, Indonesia. De nuevo, en este estudio se incluyeron 360 palmas.

Experimento 4

Este consistió de tres grupos de 20 palmas en Johore, Malasia. El bloque A tenía 11 años de edad al iniciar los registros, el bloque B nueve años y el bloque C seis años. Los registros se continuaron durante seis años, entre 1969 y 1975.

En los cuatro experimentos, todas las palmas fueron de la variedad *tenera*.

Registros

Componentes del número de racimos (Experimentos 1, 2 y 3). Los componentes en estudio, la relación de sexos (relación de inflorescencias femeninas al total de inflorescencias) y la tasa de aborto (relación de inflorescencias abortadas al total de hojas emitidas) se derivaron de la siguiente forma. Cada mes se marcaron con pintura las hojas recién emitidas. En el momento de la antesis se examinaron las axilas foliares en

busca de inflorescencias femeninas, masculinas o abortadas, entre mayo de 1973 y octubre de 1981, en el Experimento 1, y entre enero de 1982 y diciembre de 1988 en los Experimentos 2 y 3. El método de registro de los componentes del número de racimos se describe en el estudio de Breure y Menendez (1990).

Componentes del peso del racimo (Experimento 4). Todos los racimos cosechados se pesaron y analizaron. Se contó el número de espiguillas, se registró el número de flores por espiguilla, el cuajamiento de frutos y el peso del fruto oleaginoso en una muestra de 30 espiguillas. Al restar el peso calculado para el fruto normal, se obtuvo el peso del raquis.

Crecimiento vegetativo (Experimento 1). El corte transversal del pecíolo, que es un parámetro importante para evaluar el crecimiento vegetativo, se registró mensualmente, entre mayo de 1981 y mayo de 1983, para las hojas abiertas de todas las palmas del tratamiento de las 110 palmas ha⁻¹ en el Experimento 1.

*El estrés
hídrico tiene
grandes
efectos sobre
la diferenciación
sexual y la
tasa de
abortos*

Otras lecturas. Los tiempos de retraso se expresan en relación con la apertura de la hoja, para establecer los componentes del número de racimos, o para sincronizar la cosecha, para establecer los componentes del peso del racimo. Esta diferencia es resultado de las diferencias entre los métodos de lectura. La actividad de fructificación se calculó a intervalos mensuales, como lo describen Corley y Breure (1992).

Cada mes, las horas de radiación solar, registradas con un medidor de radiación solar Campbell Stokes, y las lecturas de deficiencia hídrica, se incluyen como variables independientes en el análisis de regresión lineal múltiple en los Experimentos 1, 2, 3. La deficiencia hídrica se calculó utilizando el método Waringa (1985) en Dami y el método simplificado del IRHO (Dufour et al. 1988) para los Experimentos 2 y 3.

Método de análisis

En los experimentos 1, 2 y 3 los datos son promedios mensuales para toda la población de palmas. Los efectos de la fluctuación en los niveles de la actividad de fructificación (FA) sobre los ciclos de tasa de aborto y relación sexual se analizaron utilizando funciones de regresión lineal múltiple en la siguiente forma:

$$Y = b_0 + b_1 FA + b_2 PAW + b_3 SUN$$

donde: Y es la tasa de aborto o la relación sexual; FA es la actividad de fructificación; PAW es el estimativo del agua disponible para la planta; SUN son las horas de radiación solar fuerte por día; y b_1 , b_2 y b_3 son los coeficientes de regresión.

Las funciones se acoplaron con el rango de posibles retrasos de tiempo establecidos por Corley y Breure (1992). Dentro de este rango, el retraso con mayor valor de t en la prueba de significancia de los coeficientes de regresión, con el signo esperado según Corley y Breure (1992), indica el intervalo al cual la respuesta del componentes de rendimiento es más fuerte.

En el Experimento 4, los datos son los promedios mensuales para los componentes del peso del racimo producidos por palmas individuales. Con estos datos, el enfoque es calcular la regresión de los componentes

del peso del racimo sobre la actividad de fructificación de cada palma individual, de nuevo con un rango de los retrasos. Es posible que el retraso varíe levemente de una palma a otra, de manera que se tomó el retraso para el cual la mayoría de las palmas presentan regresiones significativas que representan el promedio de la población. La actividad de fructificación disminuye todos los componentes del peso del racimo (Breure y Menéndez 1990; Corley y Breure 1992), de manera que se utilizó una prueba de t de una cola con una región crítica negativa ($t < -1,7$). El análisis de regresión múltiple de los componentes del peso sólo tuvo en cuenta el SUN, puesto que no se disponía de datos acerca del PAW.

RESULTADOS

Componentes del número de racimos

Tasa de aborto. Corley y Breure (1992) demostraron que el aborto se presenta por lo menos tres meses después de la apertura de las hojas (ver también Breure y Menéndez, 1990) y que la actividad de fructificación incrementa la tasa de aborto. Los coeficientes de regresión b , en los Experimentos 1, 2 y 3 fueron significativamente diferentes de cero (prueba t de una cola) entre los tres y siete meses después de la apertura de las hojas, con los mayores valores negativos de t entre los cinco y los seis meses (Tablas 1 y 2). La regresión múltiple sobre la actividad de fructificación, la radiación solar y el agua disponible explicó entre el 56 y el 75% de la variación en las tasas mensuales de aborto.

El aborto se presenta por lo menos tres meses después de la apertura de las hojas y la actividad de fructificación aumenta la tasa de aborto

Relación sexual. Según Breure y Menendez (1990) y Corley y Breure (1992) parece que la diferenciación de sexos puede ocurrir de seis a siete meses antes de la apertura de las hojas, pero otros estudios sugieren retrasos mayores, de manera que se analizó el rango de cuatro a 13 meses. Solamente se tuvieron en cuenta los valores b , negativos, puesto que la actividad de fructificación reduce la relación sexual (Corley y Breure 1992).

En el Experimento 1, el valor más alto de b se encontró a los siete y ocho meses antes de la apertura foliar en las densidades de siembra de 148 y 110 palmas

Tabla 1. Experimento 1, Papúa Nueva Guinea: valores del coeficiente de regresión (b_1) para la tasa de aborto y la relación sexual sobre la actividad de fructificación a intervalos de tiempo variables después de la apertura de la hoja, junto con los valores de t y el coeficiente de correlación múltiple R^2 para la relación con la actividad de fructificación, horas de radiación solar y agua disponible (subrayados el mayor valor positivo de t para tasa de aborto y el mayor valor negativo para relación sexual).+

Retraso de tiempo (meses después de la apertura de la hoja)	110 palmas h^{-1}			148 palmas h^{-1}		
	b_1	t	R^2	b_1	t	R^2
<i>Tasas de abortos</i>						
2	+0,17	+4,36	0,21	+0,14	+2,61	0,16
3	+0,32	+8,73	0,38	+0,37	+7,29	0,34
4	+0,45	+13,12	0,53	+0,59	+12,92	0,52
5	+0,49	+14,65	0,56	+0,73	+17,38	0,62
6	+0,44	+12,46	0,50	+0,76	+18,49	0,65
7	+0,30	+7,84	0,36	+0,66	+15,21	0,59
<i>Relación Sexual</i>						
(meses antes de la apertura de la hoja)						
4	-0,05	-0,54	0,36	-0,04	+0,31	0,35
5	-0,26	-2,78	0,44	-0,18	-1,52	0,39
6	-0,51	-5,43	0,44	-0,31	-2,54	0,36
7	-0,69	-7,34	0,42	-0,40	-3,15	0,32
8	-0,80	-8,41	0,41	-0,35	-2,75	0,26
9	-0,73	-7,66	0,39	-0,16	-1,27	0,26
10	-0,47	-4,95	0,37	+0,09	+0,72	0,32
11	-0,16	-1,64	0,37	+0,34	+2,81	0,36
12	+0,09	+0,98	0,36	+0,49	+4,04	0,36
13	+0,24	+2,48	0,35	+0,49	+4,00	0,33

- Los grados de libertad de error variaron de 480 a 500 para la tasa de aborto y de 456 a 492 para la relación sexual

ha', respectivamente (Tabla 1). En los experimentos 2 y 3, los retrasos fueron de diez y nueve meses, respectivamente (Tabla 2). La regresión múltiple explicó entre el 32 y el 48% de la variación en la relación sexual mensual.

Componentes del peso del racimo

En trabajos anteriores (Corley y Breure 1992; Breure y Menendez 1990) se ha demostrado que el peso promedio del racimo responde a la actividad de fructificación con un retraso de aproximadamente diez meses. En el Experimento 4, el número más alto de los valores negativos t para la regresión del peso del racimo sobre la actividad de fructificación se encontró de 10 a 11 meses antes de la cosecha en los tres bloques de palma en estudio. Los resultados del Bloque A se muestran en la Fig. 1.

La regresión del peso promedio de los frutos individuales sobre la actividad de fructificación demuestra el mayor número de valores f negativos se registran cuatro o cinco meses antes de la cosecha. El número de flores

por espiguilla mostró una respuesta a los 17 ó 18 meses (Tabla 3).

No se registraron agrupaciones claras de regresiones significativas para los otros componentes del peso del racimo.

Corte transversal del peciolo
Sobre la base de los resultados de Corley y Breure (1992) se espera que el corte transversal del peciolo disminuya con el incremento de la actividad de fructificación, de manera que sólo se tuvieron en cuenta los coeficientes de regresión negativa.

La respuesta más fuerte ocurrió entre los cinco y los siete meses anteriores a la apertura de la hoja (Tabla 4), y la regresión múltiple explica el 45% de la variación en el corte transversal del peciolo.

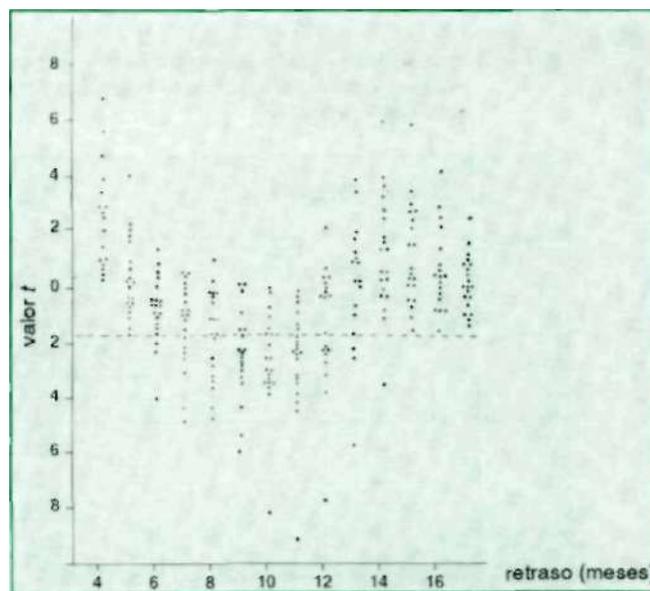


Figura 1. Experimento Malasia: Bloque a valores f para la regresión del peso del racimo sobre la actividad de fructificación en los meses anteriores para cada una de las 20 palmas. La línea punteada representa el valor del 5% de f (una cola). Los números más altos de los valores negativos se encuentran con retrasos de 10 y 11 meses.

Tabla 2. Experimentos 2 y 3, Indonesia: valores del coeficiente de regresión (b_1) para tasa de aborto y relación sexual sobre actividad de fructificación a intervalos de tiempo variables después de la apertura de la hoja, junto con los valores t y el coeficiente de correlación múltiple R^2 para la relación con la actividad de fructificación, horas de radiación solar y agua disponible (subrayados el mayor valor positivo de f para tasa de aborto y el mayor valor negativo para relación sexual).+

Retraso de tiempo (meses después de la apertura de la hoja)	Experimento 2			Experimento 3		
	b_1	t	R^2	b_1	t	R^2
	<i>Tasas de abortos</i>					
2	-0,09	-1,04	0,38	-0,02	-0,19	0,23
3	+0,31	+3,72	0,39	+0,36	+8,51	0,27
4	+0,65	+8,77	0,59	+0,75	+7,98	0,49
5	+0,86	+13,93	0,75	+1,00	+11,91	0,64
6	+0,92	+14,77	0,75	+1,06	+13,12	0,68
7	+0,81	+10,77	0,62	+0,90	+10,03	0,58
(meses antes de la apertura de la hoja)	<i>Relación Sexual</i>					
5	+0,19	+1,25	0,39	-0,74	-3,17	0,30
6	-0,06	-0,43	0,43	-0,94	-4,09	0,34
7	-0,36	-2,62	0,48	-1,16	-5,11	0,39
8	-0,62	-4,63	0,52	-1,37	-6,12	0,43
9	-0,81	-5,94	0,52	-1,46	-6,63	0,46
10	-0,89	-6,30	0,48	-1,39	-6,35	0,47
11	-0,86	-5,96	0,42	-1,22	-5,65	0,48
12	-0,75	-5,19	0,38	-1,03	-4,92	0,53
13	-0,58	-4,11	0,35	-1,78	-3,96	0,62

+ Los grados del libertad de error variaron de 197 a 212 para tasa de aborto y de 179 a 203 para la relación sexual

Tabla 3. Experimento 4. Malasia: número de palmas con valores t significativos (prueba de una cola, $P < 0,05$) para la relación entre la actividad de fructificación y los componentes del peso del racimo para diferentes retrasos antes de la cosecha

Retraso de tiempo (meses después de la apertura de la hoja)	Flores por Espiguilla			Peso promedio del fruto			
	Número de valores t negativos por bloque			Retraso (mese antes de cosecha)	Número de valores t negativos por bloque		
	A	B	C		A	B	C
12	1	2	0	2	3	2	2
13	1	4	0	3	4	7	5
14	1	6	2	4	6	12	9
15	4	7	6	5	10	11	12
16	6	9	10	6	10	6	9
17	11	11	14				
18	15	9	18				
19	7	9	15				
20	5	7	4				

Tabla 4. Experimento 1. Papúa Nueva Guinea (110 palmas ha⁻¹): valores del coeficiente de regresión (b_i) para el área del corte transversal del pecíolo sobre la actividad de fructificación a intervalos del tiempo variables antes de la apertura de la hoja, junto con los valores *t* y el coeficiente de correlación múltiple R² para la relación con la actividad de fructificación y el agua disponible (el mayor valor negativo de *t* subrayado)

Retraso de tiempo (meses después de la apertura de la hoja)	b _i	<i>t</i>	R ²
1	-0,46	-0,22	0,30
2	-3,00	-1,42	0,29
3	-5,02	-2,29	0,29
4	-7,54	-3,50	0,35
5	-9,59	-4,56	0,42
6	-10,07	<u>-4,77</u>	0,45
7	-9,91	-4,70	0,44
8	-8,35	-3,98	0,41
9	-6,79	-3,11	0,37
10	-5,43	-2,45	0,32
11	-3,09	-1,35	0,29

DISCUSION

El estudio demuestra que los efectos de la actividad de fructificación sobre los componentes de rendimiento, según se observó en el experimento manipulante de Corley y Breure (1992), también ocurren en las poblaciones sin tratar de palma de aceite que presentan fluctuaciones naturales del rendimiento. Se observan respuestas en la dirección y dentro del cronograma, esperados como resultado del estudio anterior. La magnitud de las respuestas también es la que se esperaba, aproximadamente: por ejemplo, en el experimento de Corley y Breure (1992), la tasa de abortos aumentó aproximadamente un 1 % por aumento unitario de la actividad de fructificación (comparar los coeficientes de regresión en las Tablas 1 y 2). La relación sexual disminuyó aproximadamente en 1,3% por incremento unitario en la actividad de fructificación. Las respuestas del peso del racimo fueron del mismo orden en ambos estudios (no se presentan los datos). Por consiguiente, es claro que en el intento de establecer un modelo de simulación para el rendimiento de la palma de aceite, ya sea para realizar pronósticos de producción o para otros fines, se deben tener en cuenta los efectos de la actividad de fructificación. No obstante, todavía existen algunos problemas.

La variación en el tiempo de la diferenciación sexual entre diferentes estudios es amplia y requiere una explicación. Breure y Menendez (1990) sugieren que el desarrollo de las inflorescencias puede ser más lento entre más desfavorable sea el medio ambiente. El retraso más largo que se presenta en Indonesia encaja con esta hipótesis, puesto que el crecimiento de la palma

africana en ese ambiente es menos vigoroso que el de Papúa Nueva Guinea. También se ha demostrado que la variación en la tasa de producción foliar podría ser responsable de parte de la variación en los retrasos (Corley 1976).

Se supone que la actividad de fructificación es proporcional al peso seco de los racimos en la palma, pero es posible que esté más relacionada con la actividad hormonal de los racimos jóvenes. Berchoux y Gascon (1965) informaron acerca de la buena correlación entre la tasa de aborto y el peso de los racimos en desarrollo. Si los racimos jóvenes fuesen más importantes que los más viejos y más pesados, esto significaría que nuestros cálculos acerca de los retrasos son un poco demasiado largos.

Los modelos de simulación tendrían que tener en cuenta estas diferencias en la tasa de desarrollo de las inflorescencias y se necesitan más investigación, tal vez con clones de palma genéticamente uniformes con el fin de explicar el porqué de las diferencias.

El peso promedio del racimo respondió con el retraso esperado de diez meses, pero los únicos componentes del peso del racimo que mostraron respuestas claras fueron el peso promedio del fruto y el número de flores por espiguilla, y ninguno de ellos tuvo un retraso de diez meses. El último respondió en forma apreciable más lentamente que el peso mismo del racimo. Breure y Menendez (1990) registraron respuestas graduales de algunos de los componentes del peso del racimo y también respuestas en diferentes etapas del desarrollo; Corley y Breure (1992) encontraron que a medida que disminuía el número de flores por espiguilla, aumentaba el promedio de peso del fruto como compensación. Estas observaciones pueden explicar por qué no se encuentran correlaciones claras, pero se necesita más investigación para explicar exactamente cómo las respuestas de los subcomponentes en un momento dado pueden conducir a una respuesta aparente de todo el racimo en otro momento.

Aparentemente, la actividad de fructificación afecta el tamaño del pecíolo justamente antes del inicio de la expansión de la hoja (Henry 1955). Este es probablemente, el punto en que se detiene la actividad meristemática (W.A. van Heel, comunicación personal), lo cual sugiere que la actividad de fructificación puede afectar la duración o la cantidad de la división celular, más bien que la expansión celular que sigue.

En su método para calcular la producción de materia vegetativa seca, Corley et al. (1971) asumieron un

aumento lineal del corte transversal del peciolo con la edad, durante los intervalos para los cuales normalmente se hacen los cálculos. Los resultados de este estudio (Tabla 4) muestran que pueden haber fluctuaciones como un resultado del nivel cambiante de actividad de fructificación. Estas fluctuaciones se deben tener en cuenta cuando se utiliza el corte transversal del peciolo para calcular los pesos de hoja seca.

CONCLUSION

En estos dos artículos, se ha demostrado que la actividad de fructificación tiene efectos importantes sobre los componentes del rendimiento de la palma de aceite y sobre el crecimiento vegetativo, y que estos efectos son responsables por algunas de las variaciones que se registran de un mes a otro en las poblaciones de palma sin tratar. Las correlaciones cuantitativas entre la actividad de fructificación y los componentes de rendimiento serán muy útiles para desarrollar modelos de simulación y elaborar pronósticos de rendimiento. Los primeros intentos de modelos de simulación con la palma de aceite se concentran sobre la producción anual de materia seca y las tendencias con la edad (van Kraalingen et al. 1989), pero los modelos para pronosticar las variaciones estacionales o mensuales del rendimiento serían de gran valor para el manejo de la plantación. Chow (1988) incluyó el rendimiento anterior como una de las variables de su modelo de regresión, pero la mayoría de los intentos por realizar pronósticos de rendimiento simplemente buscan correlaciones estadísticas entre los factores climáticos y el rendimiento de la palma de aceite. Pocos sistemas prácticos de pronóstico se han desarrollado de tales estudios, aunque el método de Dufour et al. (1988) parece prometedor para Costa de Marfil. Se cree que la precisión de tales sistemas de pronóstico se podría aumentar si da cabida a los efectos de la actividad de fructificación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los señores Ga y Saalen por el registro cuidadoso de los datos de floración, Made Suwetja y L.R. Verdooren por su colaboración con los análisis estadísticos y al Director de la Estación de Investigación Bah Lias por su autorización para utilizar los datos de los Experimentos 2 y 3. Agradecemos a las Plantaciones Unilever (RHVC) y Harrison Fleming Advisory Services (CJB) por autorizar esta publicación. El Experimento 4 forma parte del programa del Laboratorio de Genética de la Palma de Aceite, financiado conjuntamente por Plantaciones Dunlop, Harrison y Crosfield, Kumpulan Guthrie y Unilever.

BIBLIOGRAFIA

- BERCHOUX. C. DE; GASCON, J.P 1965 Caracteristiques vegetatives de cinq descendances d *Elaeis guineensis* Jacq. - Premieres donées biométriques -Relations entre divers caractères et la production. Oléagineux (Francia) v. 20, p. 1 - 7.
- BREURE, C.J. 1977 Preliminary results from an oil palm density x fertilizer experiment on young volcanic soils in West New Britain. In: DA Earp W, Newall (Eds). International Developments in Oil Palm. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur p.192- 207.
- ; MENENDEZ, T.1990 The determinaron of bunch yield components in the development of inflorescences in oil palm. (*Elaeis guineensis* Jacq.) Experimental Agriculture (Inglaterra) v. 26, p. 99 - 115.
- ;MENENDEZ, T. POWELL, M. S. 1990. The effect of planting density on the yield components of oil palm (*Elaeis guineensis*). Experimental Agriculture (Inglaterra) v 26. p. 117 - 124
- CHOW C.S. 1988 The seasonal and rainfall effects on palm oil production in Peninsular Malaysia In. Halim Hassan: PS. Chew. B.J. Wood E. Pushparajah. (Eds) Proceedings of the International Oil Palm Conference on Progress and Prospects. Palm Oil Research Institute, Kuala Lumpur, p. 46 - 52.
- 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
- ; BREURE C.J 1992 Fruiting activity and yields of oil palm. I. Expenments with fruit removal Experimental Agriculture (Inglaterra) v. 28 p. 99 - 109.
- HARDON J.J , TAN G Y 1971 Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis gumeensis* Jacq.) 1. Estimation of growth parameters and aplication in breeding. Euphytica (Holanfda) v. 20, p.307-315
- DUFOUR, O , FRERE, J.L ; CALIMAN J P; HORNUS. P 1988 Description of a simplifield method of production forecasting in oil palm plantations based on climatology Oleagineux (Francia) v. 43 p 271 -282.
- HARDON, J.J ; WILLIAMS. C N.; WATSON. I. 1969 Leaf areaand yield in the oil palm in Malaya Experimental Agriculture (Inglaterra) v, 5, p. 25 - 32
- HENRY P 1955 Sur le developpment des feuilles chez le palmier a huile. Revue Generale de Botanique (Francia)v 62 p. 23 -237
- LUCKWILL. L C 1970. The control of growth and fruitfulness of apples trees In. L.C. Luckwill; C.V. Cutting (Eds) Physiology of the Tree Crops. Academic Press, London. p. 237 - 253.
- RUER. P. VARECHON, C 1964 Premieres observations sur les caracteristiques du petiole de feuille de palmier a huile Oleagmeux (Francia) v. 19, p 539 - 542.
- TURNER, P.D 1977 The effects of drouth on oil-palm yields in south-east Asia and the south Pasific región In D.A. Earp W Newall (Eds). International Developments in Oil Palm Incorporated Society of Planters Kuala Lumpur p 673 - 694
- VAN KRAALINGEN D W G , BREURE. C J.; SPITTERS. C J.T 1989 Simulation of oil palm Growth and yield Agriculture and Forest Meteorology v. 46, p. 227 - 244
- WARINGA. NA 1985 Soil Moisture and climate in the West New Britain Area. Agricultural University, Wagerinngen.