

Primeros resultados de una prueba de clones de palma de aceite x Fertilizante*

*First results from an oil palm clone x Fertiliser Trial**

C. R. DONOUGH¹; R. H. V. CORLEY²; I. H. LAW¹; M. NG³

RESUMEN

En 1982 se realizó un experimento para determinar si diferentes clones responderían de manera diferente a un fertilizante nitrogenado (N). Hubo diferencias en la cantidad de fertilizante N necesario para maximizar los rendimientos de racimos de fruta fresca (RFF), de aceite y de almendra en los diferentes cuatro clones utilizados. Este es un aspecto importante que se debe tomar en cuanto al costo-efectividad de diferentes clones. Un clon, el 54A, se derivó de un ortet seleccionado por su alto rendimiento de RFF con bajo consumo de N en una prueba de fertilizantes. Este clon rindió mejor que los otros en parcelas con cero N y mostró una buena respuesta al N. Esto crea la posibilidad de producir material de clones que requiera consumos más bajos de fertilizante. Las pruebas de progenie diseñadas para permitir la sobreposición de tratamientos con fertilizante permitirán que esta idea se pruebe más adelante. Al aumentar las tasas de fertilizante N se redujo la relación aceite a racimo (A/R). Este efecto no fue suficiente para compensar la fuerte respuesta positiva de rendimiento de RFF, de modo que el rendimiento de aceite también respondió positivamente. La relación almendra a racimo (Al/R) se incrementó con el fertilizante N. Este cambio en las relaciones A/R y Al/R fue el resultado de una reducción en el contenido de mesocarpio a favor de la almendra con un incremento en el fertilizante N. También hubo diferencias significativas entre los clones en el contenido de nutrientes en las hojas. Esto, y las diferencias que se observaron entre los clones como respuesta al fertilizante N, indica que los consumos de fertilizante pueden tener que ser específicos al clon para maximizar los rendimientos, si los clones se siembran a nivel comercial en el futuro. Experimentos tales como el que aquí se presenta, serán de mucha importancia en la medida en que más clones sobresalientes para la siembra comercial se pongan a disposición.

* Trabajo presentado en el seminario de la ISP Sabah-Tawau Brar.ch «Hacia una Administración de Calidad Total en las Plantaciones», Sabah, Malasia, 16-17 de octubre de 1995.

Tomado de: The Planter (Malasia) v.72 no.839, p 69-87. 1996 .

Traducido por: Fedepalma

1. Plantaciones Pamol Sdn. Bhd. P. O. Box 1, 86007 Kluang, ohor Darul Takzim, Malasia.
- 2- Plantaciones Unilever & Grupo de Ciencias de las Plantas, Maris Lane, Trumpington, Cambridge CB2 2LQ, United Kingdom
3. Plantaciones Pamol Sdn. Bhd. Pamol Barat Estate, c/o Locked Bag 509, 86009 Kluang, Johor Darul Takzim, Malasia.

SUMMARY

An experiment was established in 1982 to see if different clones would respond differently to nitrogen (N) fertiliser. There were differences in the amount of N fertiliser needed to maximise fresh fruit bunch (FFB), oil and kernel yields in the four different clones used. This is an important aspect to consider in the cost-effectiveness of different clones. One clone, 54A, was derived from an ortet selected for high FFB yield on low N input in a fertiliser trial. This clone yielded better than the others in zero-N plots and showed good response to N. This raises the possibility of producing clonal material requiring lower fertiliser inputs. Progeny trials designed to allow superimposition of fertiliser treatments will allow this idea to be tested further. Increasing N fertiliser rates reduced oil to bunch (O/B) ratio. The effect was not enough to offset the strong positive response of FFB yield, so oil yield also responded positively. Kernel to bunch (K/B) ratio was increased by N fertiliser. These changes in O/B and K/B resulted from a reduction in mesocarp content in favour of kernel with increasing N fertiliser. There were significant clonal differences in leaf content of nutrients. This, and the observed clonal differences in response to N fertiliser, indicate that fertiliser inputs may have to be clone-specific to maximise yields if clones are commercially planted in future. Experiments such as the one reported here will be increasingly important as more outstanding clones suitable for commercial planting become available.

Palabras claves: Palma de aceite, *Elaeis guineensis*, Fertilizantes nitrogenados, Características agronómicas, Clones.

INTRODUCCION

Los primeros clones de palma de aceite se sembraron en el campo en enero de 1977, en las Plantaciones Pamol Sdn. Bhd. (Pamol), en Kluang (Corley 1977). Desde entonces, Pamol ha hecho 30 pruebas de clones para probar más de 100 clones diferentes. Los primeros clones sembrados se produjeron en el Laboratorio de Investigación de Unilever, en Colworth House (Corley et al. 1977). Pruebas posteriores incluyeron material producido en Malasia por Bakasawit Sdn. Bhd., una empresa conjunta entre Pamol y Harrisons & Crosfield (antes Plantaciones Harrison de Malasia y ahora Plantaciones Golden Hope).

Los resultados de las primeras pruebas en el programa de clones de palma de aceite de Barasawit ya han sido reportados (Corley et al. 1982, 1988; Donough y Lee 1995). Una observación importante de las pruebas estudiadas fue la fuerte interacción clon x medio ambiente (Corley et al. 1988, 1995; Lee y Donough 1993).

Donough y Lee (1995) encontraron que algunos clones se desempeñaron mejor en el medio ambiente costero de la Península de Malasia, mientras que otros fueron superiores en el medio ambiente del interior del país. Se necesita hacer más investigaciones para entender la(s) razón(es) de esta interacción clon x medio ambiente. En este trabajo se reportan los resultados de un experimento para ver si los clones difieren en respuesta a los fertilizantes nitrogenados (N).

DETALLES DEL EXPERIMENTO

El experimento se estableció en junio de 1982, en E Pamol, en Kluang, en un kandiudult típico (Serie Rengam). El lugar de la prueba estuvo previamente sembrado con palma de aceite. La renovación se hizo de la manera convencional, talando los árboles viejos antes de sembrar los nuevos. La densidad de siembra fue de 138 palmas/ha. No se hizo ablación. La precipitación en el área fue, en promedio, de 2.192 mm al año para el período de julio de 1982 a junio de 1983.

El diseño del experimento fue el de parcelas divididas con las cinco dosis de fertilizante N como parcelas principales y los cuatro clones como subparcelas. Cada parcela principal consistió de 36 palmas (6 surcos de 6 palmas cada uno), con un núcleo central registrado de 16 palmas (4 surcos de 4 palmas cada uno). Dentro del núcleo central registrado se sembró cada clon en un solo surco de cuatro palmas. Los tratamientos se replicaron cuatro veces.

La fuente de nitrógeno fue el sulfato de amonio (SA). Las dosis probadas variaron de 0 a 6 kg de SA/palma, aplicado anualmente. Todos los clones recibieron los mismos tratamientos durante su inmadurez, y las diferentes dosis de N se aplicaron a partir de 1985. En todas las parcelas se aplicó roca fosfórica (RF-1 kg/palma), cloruro de potasio (KCL-4 kg/palma) y caliza magnésica molida (CMM-2 kg/palma) en dosis consideradas no limitantes para el rendimiento en esta localidad. Excepto por la RF, todos los fertilizantes

(incluyendo el SA) se aplicaron en dos mitades iguales cada año.

Los clones utilizados fueron: 54A, 90A, 115E y 926. Los tres primeros se derivaron de ortets de palmas maduras, mientras que el cuarto fue del ortet de una plántula. El comportamiento de estos clones se había revisado con anterioridad (Corley et al. 1982, 1988; Lee y Donough 1993; Donough y Lee 1995). El ortet del clon 54A había sido seleccionado en otra prueba de fertilizantes en Pamol Kluang. En esa prueba, este rindió bien con un bajo consumo de N. Algunas palmas, en tres de los clones, tuvieron florecencia anormal (Corley et al. 1986). En los clones 90A, 115E y 926 se presentó, respectivamente, un 11,3, un 12,5 y un 8,8% de tales palmas. Esta palmas anormales se excluyeron del análisis.

Los datos del rendimiento de racimos de fruta fresca (RFF) se comenzaron a tomar en julio de 1985 y se terminaron en junio de 1993. El análisis de los racimos (Blaak et al. 1963) se hizo desde enero de 1988 hasta

junio de 1993, utilizando un método modificado del muestreo de espiguillas (Rao et al. 1983) y extracción en frío (Blaak 1970). El muestreo de hojas para el análisis foliar (Chapman y Gray 1949) se realizó en cuatro ocasiones entre noviembre de 1991 y abril de 1993. Las muestras se analizaron en la Plantación Guthrie & Servicios Agrícolas Sdn. Bhd. en Seremban. Las medidas del área foliar, la longitud del raquis, el área de la sección transversal del peciolo y la emisión anual de hojas (Corley y Breure 1981) se hicieron anualmente entre 1984 y 1991, con la última medida tomada en 1993.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de RFF

Los resultados del rendimiento de RFF se resumen en la Tabla 1, para cada uno de los ocho años de la cosecha, así como los promedios para los primeros y últimos cuatro años.

Tabla 1. Rendimiento de RFF (t/ha). Resumen 1985-1993.

Tratamiento	Año de cosecha ¹								Promedio de los años	
	1	2	3	4	5	6	7	8	1-4	5-8
Clones	[Todos los valores son el promedio de 5 dosis]									
54A	15,6	22,5	19,7	19,3	24,8	24,6	21,4	28,1	19,3	24,7
90A	10,8	14,4	20,4	23,7	27,0	23,6	18,9	30,3	17,3	25,0
115E	10,6	13,0	18,0	20,0	24,0	18,6	17,4	23,3	15,4	20,8
926	11,2	12,3	14,4	17,0	22,0	14,8	16,8	19,9	13,7	18,4
Dosis de N ²	[Todos los valores son el promedio de 4 clones]									
0,0	10,4	15,9	16,8	18,8	21,1	17,4	14,2	18,3	15,5	17,7
1,5	11,0	14,6	17,5	18,6	23,9	19,7	14,2	20,5	15,4	19,6
3,0	13,5	15,1	19,4	20,5	25,1	20,9	22,0	27,7	17,1	23,9
4,5	12,6	16,5	18,6	21,6	26,1	20,5	21,2	29,9	17,3	24,4
6,0	12,8	15,6	18,2	20,4	26,1	23,4	21,5	30,6	16,7	25,4
Promedio	12,1	15,5	18,1	20,0	24,5	20,4	18,6	25,4	16,4	22,2
Resultado ANOVA ³										
Clones(C)	**	**	**	**	*	**	*	**	**	**
Dosis de N	ns	ns	ns	ns	*	*	**	**	**	**
Interacción [CxN]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
DMS(p=0,05) ⁴										
Clones	1,4	1,7	2,5	2,9	2,9	2,7	3,0	2,8	1,0	1,4
Dosis de N	-	-	-	-	3,1	3,1	4,8	5,4	1,1	1,9

1. Cada año se considera de julio a junio, por ej: año 1 = julio de 1985 -junio de 1986; julio de 1985 = 38 meses despues de la siembra.
2. Dosis de N en kg/palma/año de sulfato de amonio.
3. ns= no hay diferencia significativa * = diferencia significativa al p = 0,05; ** = diferencia significativa al p = 0,01.
4. DMS = diferencia mínima significativa.

Las diferencias significativas entre los clones se encontraron desde el primer año. Los clones 54A y 90A consistentemente rindieron más que los 115E y los 926.

El clon 54A fue significativamente mejor que los otros en los dos primeros años, pero el clon 90A mejoró en el tercer año.

Diferencias significativas entre las dosis de fertilizante N se detectaron hasta el quinto año. De ahí en adelante, la diferencia en rendimiento entre la dosis mayor de fertilizante N y el control cero N continuó ampliándose. En los primeros así como en los últimos cuatro años, las parcelas que recibieron anualmente por lo menos 3 kg de SA/palma rindieron significativamente más que las más bajas dosis de N y del control cero N.

En ambos períodos de cuatro años, la respuesta en rendimiento al N parece ser curvilínea, con el máximo rendimiento logrado con dosis anuales de entre 3 y 4,5 kg de SA/palma en el período inicial, y por encima de 6 kg de AS/palma en el período posterior.

Una interacción significativa entre la dosis de N x clon sólo se detectó en el octavo año. Sin embargo, hubo diferencias obvias entre los clones en sus respuestas de rendimiento al fertilizante N, como se muestra en la Figura 1 para los últimos cuatro años, con los datos para ambos períodos de cuatro años se presentan en la Tabla 2.

Dentro del rango de las dosis de fertilizante N probadas, la respuesta de rendimiento al N fue lineal para los clones 54A y 115E, mientras que los clones 90A y 926 mostraron una respuesta curvilínea (Fig.1). El clon 54A rindió mejor que los otros clones en las parcelas con cero N (Tabla 2). Este también mostró una buena respuesta lineal de rendimiento al fertilizante N dentro

Tabla 2. RFF como respuesta de rendimiento de los clones individuales al fertilizante N en los primeros y últimos cuatro años de la prueba.

Dosis de N (kgSA/palma)	clones				promedio de las dosis de N
	54A	90A	115E	926	
Rendimiento de RFF (t/ha) en los primeros 4 años julio de 1985-junio de 1989					
0,0	18,4	15,5	15,3	12,7	15,5
1,5	17,7	16,0	14,8	13,3	15,4
3,0	19,8	17,9	16,3	14,5	17,1
4,5	20,7	18,6	15,4	14,5	17,3
6,0	19,8	18,6	15,1	13,5	16,7
Promedios/clon	19,3	17,3	15,4	13,7	16,4
Rendimiento de RFF (t/ha) en los últimos 4 años julio de 1989-junio de 1993					
0,0	19,0	18,9	17,8	14,4	17,8
1,5	22,2	21,7	17,8	16,6	19,6
3,0	25,7	28,3	21,5	20,4	23,9
4,5	26,3	27,8	23,1	20,5	24,4
6,0	29,5	28,1	24,0	20,0	25,4
Promedios/clon	24,7	25,0	20,8	18,4	22,2

del rango de las dosis probadas (Fig.1). Esto sugiere que los clones que rinden bien con bajos consumos de fertilizante pueden ser obtenidos mediante una cuidadosa selección de ortets en las pruebas de fertilizantes.

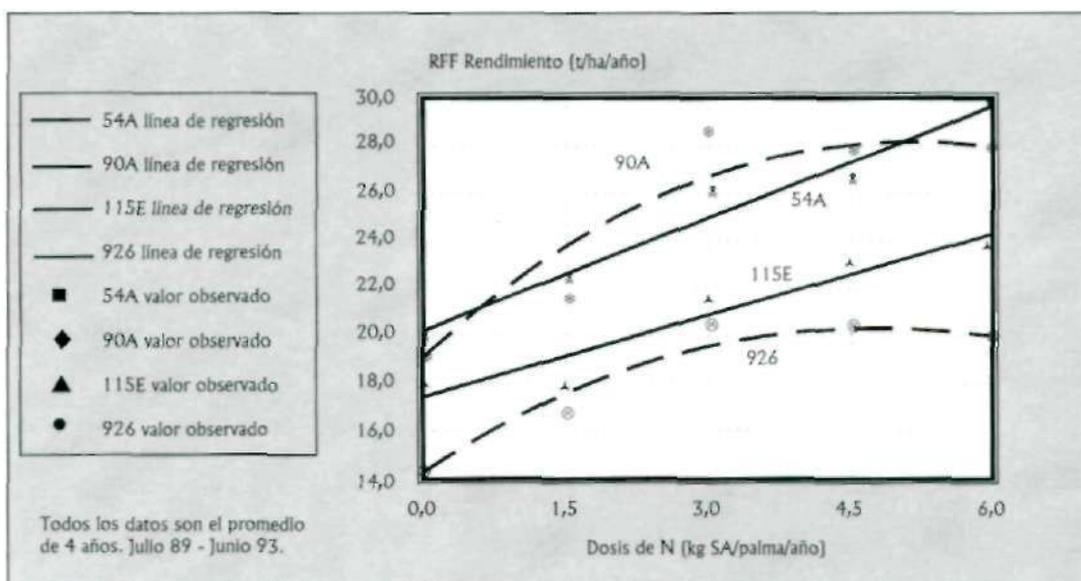


Figura 1. Respuesta de rendimiento en RFF al fertilizante N de cuatro clones (julio de 1989-junio de 1993).

Componentes del racimo

Los resultados del análisis de los racimos se resumen en la Tabla 3. Hubo diferencias altamente significativas entre los cuatro clones para todos los componentes del racimo. El clon 54A tuvo la más baja relación de aceite a racimo (A/R), debido a que las frutas tenían un cuezco muy grueso, con una relación muy baja de mesocarpio húmedo a fruto (MH/F). Sin embargo, este clon tuvo las relaciones más altas de fruto a racimo (F/R) y de almendra a racimo (Al/R). El clon 90A no tuvo características excepcionales, excepto por los frutos grandes. Los clones 115E y 926 tuvieron las más altas relaciones A/R. con frutos con mesocarpio grueso. El clon 115E fue mejor que el 926 en cuanto al contenido de almendra y el tamaño del fruto. Un incremento en la dosis del fertilizante N afectó todos los componentes

del racimo, excepto la relación fruto a racimo (F/R), promedio del peso del fruto, relación cuezco a fruto (C/F) y la relación aceite a mesocarpio seco (A/MS).

La relación MH/F se redujo al incrementar el fertilizante N. La relación de mesocarpio seco a mesocarpio húmedo (MS/MU) también se redujo. Ya que el peso promedio del fruto no se afectó, la reducción en el mesocarpio fue equilibrada por un incremento en el tamaño de la nuez, con un contenido de almendra significativamente más alto. Como resultado, la relación Al/R se incrementó significativamente.

Aunque la relación A/MS no se vio afectada, debido a la reducción de en MS/MH, la relación aceite a mesocarpio húmedo (A/MH) y la de A/R ambas bajaron con incrementos en la dosis de fertilizante N.

Tabla 3. Resumen de los resultados del análisis de racimo¹ entre julio de 1 989-junio de 1993.

Tratamiento	Componentes del racimo ²									Peso promedio del fruto (g)
	F/R	MH/F	Al/F	C/F	MS/MH %	A/MS	A/MH	A/R	Al/R	
Clones	[Todos los valores son el promedio de 5 dosis]									
54A	68,3	68,5	9,9	16,5	62,1	72,3	45,0	21,0	6,8	7,3
90A	59,0	79,8	8,8	7,3	62,8	76,7	48,3	22,6	5,3	10,1
115E	63,5	80,5	9,3	6,4	67,5	75,2	50,7	25,8	6,0	9,1
926	60,0	83,7	6,2	7,1	69,6	74,5	51,9	26,0	3,7	5,9
Dosis de N ³	[Todos los valores son el promedio de 4 clones]									
0,0	62,0	79,3	8,1	8,8	67,1	74,9	50,3	24,7	5,1	8,2
1,5	62,2	78,3	8,4	9,3	66,0	75,1	49,6	24,0	5,3	8,2
3,0	63,2	77,9	8,6	9,7	65,4	74,7	48,8	23,9	5,5	8,0
4,5	63,0	77,0	9,0	9,7	64,7	74,5	48,2	23,3	5,7	8,0
6,0	63,0	77,9	8,7	9,3	64,3	74,3	47,8	23,4	5,5	8,1
Promedio	62,7	78,1	8,6	9,3	65,5	74,7	48,9	23,9	5,4	8,1
Resultados del ANOVA ⁴										
Clones (C)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Dosis de N (N)	ns	**	*	ns	**	ns	**	*	*	ns
interacción (CxN)	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
DMS (p=0,05) ⁵										
Clones	1,4	0,8	0,3	0,6	1,1	0,5	0,9	0,7	0,3	0,4
Dosis de N	-	1,1	0,6	-	1,3	-	0,9	0,9	0,4	-

1. Análisis de racimo [Blaak et al. 1963] realizado utilizando extracción en frío (Blaak 1970) y el método modificado del muestreo de espiguillas (Rao et al. 1983); las relaciones de almendra/fruto y cáscara/fruto se determinaron en nueces secadas en el horno y las cifras que se muestran son incorrectas en cuanto a la pérdida de humedad.
2. F/R = fruto/racimo, MH/F = mesocarpio húmedo/fruto; Al/F = almendra/fruto; C/F = cáscara/fruto; MS/MH = mesocarpio seco/mesocarpio húmedo; A/MS = aceite/mesocarpio seco; A/MH = aceite/mesocarpio húmedo; A/R = aceite/racimo; Al/R = almendra/racimo; PPF = peso promedio del fruto.
3. Dosis de N en kg/palma/año de sulfato de amonio.
4. ns = sin diferencia significativa * = diferencia significativa al p = 0,05; ** = diferencia significativa al p = 0,01.
5. DMS = diferencia mínima significativa.

La interacción entre las dosis de fertilizante N y los clones fue significativa para el peso promedio del fruto, las relaciones de MH/F, AI/F y AI/R lo que indica que estos componentes del racimo no fueron afectados de manera similar por el fertilizante N en los diferentes clones.

Estos resultados contrastan con los de Foster et al. (1988), quienes encontraron que el fertilizante N no tenía ningún efecto significativo en los componentes del racimo. Las pruebas de Foster et al. (1988) revisadas, incluían dos dentro de la misma región de la prueba aquí reportada, con condiciones ambientales similares, y con resultados que mostraban que el cloruro de potasio (CP) causaba efectos similares a los que se han observado en esta prueba con sulfato de amonio. La(s) razón(es) de esta diferencia tan grande en los resultados permanece sin esclarecer.

Antes del trabajo de Foster et al. (1988) son pocos los informes de los efectos del fertilizante sobre los componentes del racimo, y la mayoría hace referencia a resultados no publicados, aunque todos mostraban, en forma consistente, un efecto negativo al fertilizante de potasio (usualmente conocido como KCL) sobre la relación A/R. Sin embargo, acorde con las observaciones aquí presentadas, los datos de los análisis de racimo una prueba N x K en Sabah, también indicaron efectos negativos tanto del SA como del CP sobre la relación de A/R (Anónima 1990). Claramente, se necesita más investigación en esta área.

Rendimiento de productos económicos

Ya que el análisis de racimos se hizo sólo a partir de 1988, los estimativos de los rendimientos de aceite de palma y de almendra se hicieron únicamente en los últimos cuatro años, haciendo cálculos con los promedios de los rendimientos de RFF para este período multiplicado por el promedio de las relaciones de A/R y AI/R para el mismo período.

El rendimiento total del producto se expresó como el equivalente de aceite calculado (EAC) que es la suma del rendimiento de aceite de palma y el 60% del rendimiento de almendra. Los precios de la almendra fueron, en promedio, el 60% de los precios del aceite de palma (Rajanaidu y Jalani 1994), de tal modo que el EAC puede proporcionar un estimativo fácil del valor del total de los productos al utilizar sólo el precio del aceite de palma. Los resultados se resumen en la Tabla 4.

Hubo diferencias significativas entre los clones en los rendimientos de aceite, almendra y el EAC (Tabla 4). El clon 926 fue el más bajo en rendir, debido a su bajo rendimiento de RFF y a la baja relación de AI/R. El clon 54A produjo más almendra debido a su alto rendimiento de RFF y relación de AI/R. El clon 115E produjo buenos rendimientos de aceite y del EAC, a pesar de su bajo rendimiento de RFF debido a sus altas relaciones de A/R y de AI/R.

A pesar de los efectos negativos del fertilizante N sobre la relación A/R, al aumentar la dosis fertilizante N se aumentó significativamente el rendimiento de aceite, debido al mayor efecto positivo sobre el rendimiento de RFF. Los rendimientos de EAC y de almendra también se incrementaron con las dosis mayores de fertilizante N. En general, los rendimientos máximos parece que

Tabla 4. Rendimiento de aceite de palma y de almendra (palmiste) (t/ha) para el período de julio de 1989-junio 1993.

Rendimiento del producto ¹ (t/ha) julio 1989-junio 1993			
Tratamiento	Aceite	Almendra	EAE ²
Clones [Todos los valores son el promedio de 5 dosis de N]			
54A	5,2	1,7	6,3
90A	5,6	1,3	6,4
115E	5,4	1,2	6,1
926	4,8	0,7	5,2
Dosis de N ³ [Todos los valores son el promedio de 4 clones]			
0,0	4,3	0,9	4,9
1,5	4,7	1,1	5,3
3,0	5,7	1,3	6,5
4,5	5,6	1,4	6,5
6,0	5,9	1,4	6,7
Promedio	5,2	1,2	6,0
Resultados del ANOVA ⁴			
Clones (C)	**	**	**
Dosis de N (N)	**	**	**
Interacción (C x N)	ns	*	ns
DMS (p=0,05) ⁵			
Clones	0,3	0,1	0,4
Dosis de N	0,5	0,2	0,5

1. Rendimiento de aceite y almendra calculados como productos del rendimiento de RFF (t/ha) para el período de julio de 1989 a junio de 1993 y de las relaciones de A/R y de AI/R, respectivamente, con base en el análisis del racimo.
2. EAC = equivalente en aceite calculado = rendimiento de aceite + 60% del rendimiento de almendra.
3. Dosis de N en kg/palma/año de sulfato de amonio.
4. ns = sin diferencia significativa * = diferencia significativa al p = 0,05; ** = diferencia significativa al p = 0,01.
5. DMS = Diferencia mínima significativa.

se logran con la dosis más alta probada de fertilizante N (Tabla 4).

Una interacción significativa de clon x dosis de N se observó sólo para producción de almendra. Sin embargo, hubo diferencias muy obvias entre los clones en sus respuestas de rendimiento al fertilizante N. Esto se muestra en las Figuras 2 y 4 para los rendimientos de aceite, almendra y EAC, respectivamente, y los datos para los clones individuales se presentan en la Tabla 5. Tal como sucedió con los RFF, la respuesta de rendimiento de aceite de los clones 54A y 115E fue lineal dentro del rango de las dosis de fertilizante N probadas. Para los clones 90A y 926, la respuesta fue curvilínea (Fig. 2). Para el rendimiento de almendra, sin embargo, el clon 115E mostró una respuesta curvilínea mientras que el clon 926 se comportó de manera diferente (Fig. 3).

badas conllevarían un incremento adicional en los rendimientos del EAC.

En términos del rendimiento del EAC, los clones 54A, 90A y 115E no fueron significativamente diferentes (Tabla 4). Sin embargo, en términos de ganancias, el clon 115E fue el mejor porque el rendimiento de RFF en este nivel de SA fue 15-20% más bajo (Tabla 2), lo que resulta en un costo más bajo por tonelada de EAC producida.

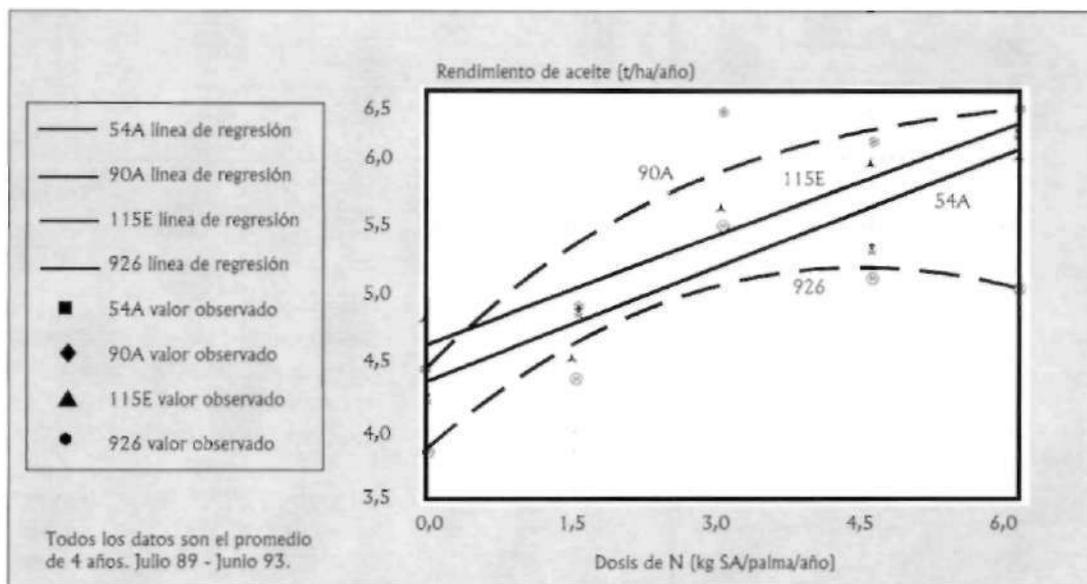


Figura 2. Respuesta en rendimiento de aceite de cuatro clones al fertilizante N (julio de 1989-junio de 1993).

La respuesta en rendimiento del EAC de los diferentes clones fue similar a la del rendimiento de RFF y de aceite. En cuanto a los clones 90A y 926, el rendimiento del EAC fue el máximo a la tasa anual de cerca de 6,0 y 4,5 kg AS/palma, respectivamente (Fig.4).

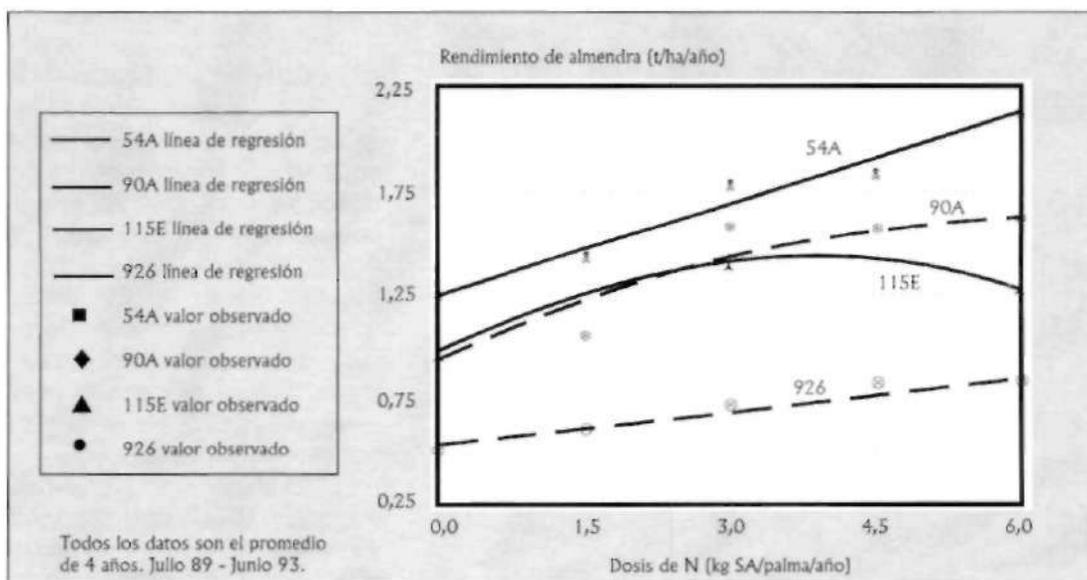


Figura 3. Respuesta en rendimiento de almendra de cuatro clones al fertilizante N (julio de 1989-junio de 1993)

Para los clones 54A y 115E, los resultados sugieren que dosis mayores a las más altas pro-

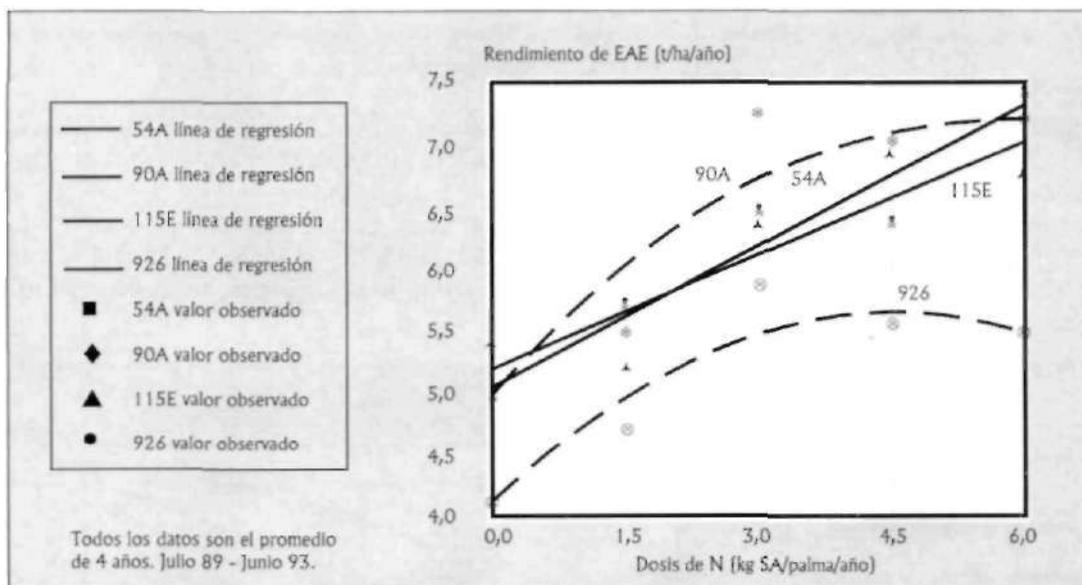


Figura 4. Respuesta del rendimiento de EAC de cuatro clones al fertilizante (julio de 1989-junio de 1993)

Tabla 5. Respuesta de rendimiento de aceite, almendra y EAC de los clones individuales al fertilizante N.

Dosis de N (kgSA/palma)	Clones				promedio de las dosis de N
	54A	90A	115E	926	
Rendimiento de aceite [t/ha]. julio 1989-junio 1993					
0,0	4,2	4,5	4,7	3,9	4,3
1,5	4,9	4,9	4,5	4,4	4,7
3,0	5,4	6,3	5,5	5,4	5,7
4,5	5,3	6,1	6,0	5,1	5,6
6,0	6,1	6,3	6,0	5,1	5,9
Promedio por clon	5,2	5,6	5,4	4,8	5,2
Rendimiento de almendra [t/ha]. julio 1989-junio 1993					
0,0	1,3	0,9	1,0	0,5	0,9
1,5	1,4	1,1	1,1	0,6	1,1
3,0	1,8	1,5	1,4	0,7	1,3
4,5	1,8	1,5	1,5	0,8	1,4
6,0	2,1	1,5	1,3	0,8	1,4
Promedio por clon	1,7	1,3	1,2	0,7	1,2
Rendimiento del EAC ¹ . julio 1989-junio 1993					
0,0	5,0	5,0	5,3	4,2	4,9
1,5	5,7	5,5	5,2	4,7	5,3
3,0	6,5	7,2	6,4	5,8	6,5
4,5	6,4	7,0	6,9	5,6	6,5
6,0	7,4	7,2	6,8	5,6	6,7
Promedio por clon	6,3	6,4	6,1	5,2	6,0

EAC = Equivalente de aceite calculado = rendimiento de aceite + 60% del rendimiento de almendra.

Resultados del análisis foliar

Los resultados del análisis foliar se encuentran resumidos en la Tabla 6. Hubo diferencias altamente significativas entre los clones para el contenido de N, fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), boro (B), manganeso (Mn) y cobre (Cu) en la materia seca foliar. El clon 54A tuvo el más bajo de los niveles de Mg foliar y

mostró síntomas de deficiencia de Mg en el campo. Esto parece ser una característica del clon, ya que los mismos síntomas se manifiestan en este clon en todas las pruebas en las que se incluye.

El clon 90A tuvo el más alto de los niveles de Mg foliar. El clon 926 tuvo niveles muy bajos de K foliar y altos niveles de Ca. La ocurrencia de estas diferencias entre los clones en sus contenidos foliares de nutrientes provee las importantes implicaciones para el manejo de los requerimientos de fertilizante en futuras siembras comerciales de clones.

Las dosis de fertilizante N afectaron significativa el contenido foliar de todos los elementos nutrientes, excepto el Mn. Como se esperaba, el contenido foliar de N se incrementó significativamente al aumentar las dosis de fertilizante N. El aumento de la dosis de fertilizante N también incrementó los niveles foliares de P y K, mientras que los otros elementos afectados bajaron (Tabla 6). En todos los casos hubo una interacción significativa clon x dosis de N, lo que sugiere que hubo diferentes respuestas en los clones en los niveles de los nutrientes foliares al aumentar la dosis de fertilizante N. Diferencias genéticas en las concentraciones de nutrientes en las hojas fueron reportadas antes en progenies de palma de aceite D x P convencionalmente propagadas (Tan y Rajaratnam 1978; Freure 1982). Tan y Rajaratnam (1978) sugirieron que tales diferencias genéticas deberían tenerse en cuenta en las recomendaciones de fertilizantes.

Tabla 6. Resumen de los resultados del análisis foliar¹.

Tratamiento	Nutrientes principales (% sobre m.s. ³)					Elementos trazas (ppm ⁴)		
	N	P	K	Mg	Ca	B	Mn	Cu
Clones	[Todos los valores son el promedio de 5 dosis de N]							
54A	2,60	0,160	1,197	0,184	0,738	10,1	131	3,33
90A	2,63	0,159	1,107	0,347	0,630	10,1	143	3,42
115E	2,67	0,161	1,180	0,253	0,691	9,9	136	2,94
926	2,65	0,162	0,880	0,260	0,935	9,7	169	3,08
Dosis de N ²	[Todos los valores son el promedio de 4 clones]							
0,0	2,42	0,155	1,060	0,282	0,794	10,2	130	4,32
1,5	2,51	0,156	1,067	0,269	0,781	10,0	130	3,73
3,0	2,71	0,163	1,073	0,266	0,756	9,8	152	2,80
4,5	2,74	0,163	1,109	0,247	0,723	9,9	151	2,61
6,0	2,79	0,166	1,145	0,241	0,688	9,7	159	2,51
Promedio	2,64	0,161	1,091	0,261	0,748	9,9	144	3,19
	Resultados del ANOVA ⁵							
Clones [C]	**	*	**	**	**	**	**	**
Dosis de N	**	**	*	**	**	*	ns	**
Interacción [CxN]	*	*	*	*	*	*	*	*
	DMS (p=0,05) ⁶							
Clones	0,04	0,002	0,028	0,011	0,031	0,2	11	0,18
Dosis de N	0,13	0,005	0,054	0,020	0,055	0,3	28	0,41

1. Los resultados que se muestran son promedios de cuatro muestreos de hojas tomados en noviembre de 1991, m de 1992, diciembre de 1992 y abril de 1991; todos de la hoja 17.
2. Dosis de N= en kg/palma/año de sulfato de amonio.
3. m.s. = materia seca.
4. ppm = partes por millón sobre materia seca.
5. ns = sin diferencia significativa * = diferencia significativa al p=0,05; ** = diferencia significativa al p = 0,01.
6. DMS = Diferencia mínima significativa.

Con relación a los clones de palma de aceite, su sugerencia cobra una mayor importancia. Por ejemplo, el N foliar fue de 2,75% en los clones 90A y 926 cuando los rendimientos del EAC se maximizaron a 6 y 4,5 kg SA/palma, respectivamente (no se muestran los datos). En los clones 115E y 54A, aun a ese nivel de N foliar, mayores aumentos de rendimiento parecían posibles. Los niveles óptimos y críticos de los nutrientes foliares es probable que varíen de clon a clon.

Medidas Vegetativas

El resumen de las medidas de las hojas se dan en las Tablas 7a (área foliar y emisión anual de hojas) y 7b (longitud del raquis y sección transversal del pecíolo) para los diferentes períodos para mostrar las tendencias en el crecimiento. Para todos los parámetros hubo diferencias significativas entre los clones.

En relación con los otros clones, el 90A comenzó con hojas más pequeñas (área foliar y un sección

transversal del pecíolo más pequeñas y raquis más cortos), pero desde el período 1986-1988 en adelante produjo hojas más grandes. El clon 54A pareció comportarse de manera opuesta. El clon 926 consistentemente tuvo una área foliar más pequeña y una menor emisión de hojas. Datos (que no se presentan aquí) de otras pruebas con clones en los cuales el clon 926 y los otros tres también se sembraron, mostraron que este clon era el más pequeño de los tres. Probablemente hay razones importantes por las cuales el rendimiento de RFF en el clon 926 fue también el más bajo en esta prueba.

No hubo un efecto significativo al aumentar la dosis del fertilizante N sobre la producción de hojas, la longitud del raquis o la sección transversal del pecíolo, hasta el período de 1989-1991, cuando se detectaron respuestas en el de rendimiento de RFF. Sin embargo, un incremento en el fertilizante N sí tuvo un efecto significativo sobre el área foliar desde el comienzo (Tabla 7a).

Para cada período que se muestra, el área foliar fue la máxima a los 3,0 kg de SA/palma, pero aumentos en el SA la redujo (Tabla 7a). La sección transversal del peciolo también fue la máxima a 3,0 kg de SA/palma en los períodos 1988-1991 y en 1993 (Tabla 7b). La longitud del raquis alcanzó el máximo a 1,5 kg de AS/palma en 1988-1991, pero requirió de 3,0-4,5 kg de AS/palma en 1993 (Tabla 7b). La emisión de hojas se incrementó hasta 3,0-4,5 kg de SA/palma en 1988-1991, pero en 1993 continuó incrementándose hasta 6 kg de AS/palma (Tabla 7a). Esto también se reflejó en respuestas positivas similares en el número de racimos por palma al incremento en el fertilizante N en los mismos períodos (no se muestran los datos).

No hubo una interacción significativa clon x dosis de N para ninguna de las medidas de las hojas en todo el tiempo.

CONCLUSION

Los resultados que se registran aquí demuestran que los diferentes clones pueden tener diferentes requerimientos de fertilizante. Es claro que experimentos de clon x fertilizante, tales como el reportado aquí, serán mucho más importantes en la medida en que en el futuro se identifiquen clones apropiados para la explotación a escala comercial. También surgen implicaciones importantes al comparar la relación costo-efectividad de los diferentes clones. La mayoría de las evaluaciones de clones han tendido a enfocarse sobre el rendimiento de RFF. Como se ha indicado, no es necesario que un clon tenga rendimiento superior de RFF para que la ganancia sea mayor.

La posibilidad de seleccionar genotipos capaces de producir buenos rendimientos con un consumo bajo de fertilizante o capaz de producir respuestas

Tabla 7a. Resumen de las características de las hojas: (l) área foliar y emisión anual de hojas.

Tratamiento	Área foliar [m ²] ¹				Emisión de hojas (no./año)			
	84-85	86-88	89-91	93	84-85	86-88	89-91	93
Clones	[Todos los valores son el promedio de las 5 dosis de N]							
54A	2,57	5,87	8,11	9,04	35,8	31,0	24,3	22,9
90A	2,05	6,51	9,09	9,46	34,5	31,6	24,9	23,3
115E	2,62	6,14	8,58	10,11	34,0	30,8	25,5	23,7
926	1,73	4,26	7,06	8,99	31,2	29,3	21,3	21,0
Dosis de N ²	[Todos los valores son el promedio de 4 clones]							
0,0	2,14	5,49	7,69	8,37	33,0	30,3	22,8	20,9
1,5	2,23	5,68	8,49	9,40	33,2	30,2	23,6	21,9
3,0	2,48	5,94	8,47	10,13	34,8	30,8	24,5	22,9
4,5	2,18	5,67	8,36	9,45	34,0	31,2	24,8	23,6
6,0	2,18	5,69	8,04	9,65	34,2	30,9	24,3	24,4
Promedio	2,24	5,69	8,21	9,40	33,9	30,7	24,0	22,7
Resultados del ANOVA ⁴								
Clones (C)	**	**	**	**	**	**	**	**
Dosis de N	*	*	*	*	ns	ns	**	**
Interacción	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
[CxN]								
DMS (p=0,05) ⁵								
Clones	0,14	0,23	0,34	0,59	1,1	1,0	0,7	1,4
Dosis de N	0,19	0,23	0,47	0,94	2,1	1,3	1,0	1,0

1. Área foliar medida en la hoja 17.
2. Los resultados se muestran como un promedio para 4 períodos: 1984-85, 1986-88, 1989-91 y 1993.
3. Dosis de N en kg/palma/año de sulfato de amonio.
4. ns = sin diferencia significativa * - diferencia significativa al p = 0,05; ** = diferencia significativa al p = 0,01.
5. DMS = diferencia mínima significativa.

PRIMEROS RESULTADOS DE UNA PRUEBA DE CLONES

Tabla 7b. Resumen de las características de las hojas:(2) longitud del raquis y de la sección transversal del pecíolo.

Tratamiento	Longitud del raquis (m) ¹				Corte transversal del pecíolo (cm ²) ¹			
	84-85 ²	86-88	89-91	93	84-85	86-88	89-91	93
Clones	[Todos los valores son el promedio de 5 dosis de N]							
54A	2,20	4,06	4,78	5,65	9,29	17,75	5,68	34,40
90A	2,02	4,54	5,63	6,27	8,06	23,10	34,29	43,65
115E	2,22	4,20	5,10	6,07	8,70	17,47	26,89	37,74
926	2,00	4,17	5,42	6,43	7,87	15,84	28,26	42,29
Dosis de N ³	[Todos los valores son el promedio de 4 clones]							
0,0	2,12	4,18	5,11	5,80	8,46	18,02	25,65	33,25
1,5	2,08	4,24	5,32	6,12	8,43	18,68	29,54	38,07
3,0	2,16	4,28	5,29	6,21	8,69	18,86	30,25	42,60
4,5	2,09	4,26	5,29	6,23	8,39	18,71	30,01	41,38
6,0	2,10	4,25	5,14	6,16	8,43	18,44	28,44	42,30
Promedio	2,11	4,24	5,23	6,10	8,48	18,54	28,78	39,52
Resultado del ANOVA ⁴								
Clones (C)	**	**	**	**	**	**	**	**
Dosis de N	ns	ns	*	**	ns	ns	**	**
Interacción (CxN)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (p=0,05) ⁵								
Clones	0,14	0,23	0,34	0,59	1,1	1,0	0,7	1,4
Dosis de N	0,19	0,23	0,47	0,94	2,1	1,3	1,0	1,0

1. Longitud del raquis y la sección transversal del pecíolo medidos en la hoja 17.
2. Los resultados se muestran como un promedio para 4 períodos: 1984-85, 1986-88, 1989-91 y 1993.
3. Dosis de N en kg/palma/año de sulfato de amonio.
4. ns = sin diferencia significativa * = diferencia significativa al p = 0,05; ** = diferencia significativa al p = 0,01.
5. DMS = diferencia mínima significativa.

mayores a un consumo dado de fertilizante, merece un estudio posterior. Para este propósito, un posible enfoque podría ser el de establecer progenies elite de palma de aceite D x P, sexualmente propagadas, en experimentos de campo, de tal manera que los tratamientos con fertilizante se pudieran sobreponer más adelante. Tales experimentos agrogenéticos (Green 1976) están en progreso en la estación de investigación de las Plantaciones Unilever & y el Grupo de Ciencias de la Planta en Zaire (Anónimo 1990).

determinados por I. H. Law. Todos los datos fueron recogidos, procesados, resumidos y analizados por el personal del Research & Advisory Department, de las Plantaciones Pamol Sdn. Bhd. Kluang. C. S. Chow, del PORIM, aconsejó sobre los procedimientos estadísticos. Los análisis químicos de las muestras foliares se hicieron en las Plantaciones Guthrie & Servicios Agrícolas Sdn. Bhd. P. O. Box 134, Jalan Sg Ujong, 70710 Seremban, Negeri Sembilan, Malasia.

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFIA

El permiso para publicar fue otorgado por Pamol Plantations Sdn. Bhd. y Plantaciones Unilever & Grupo de Ciencias de la Planta. La prueba fue originalmente parte del programa de pruebas con clones de la Bakasawit Sdn. Bhd. establecido bajo la dirección de R. H. V. Corley. Fue sembrada por Wong Cy y los tratamientos con fertilizante fueron

ANONIMO. 1990. Unilever Plantations Research Review 1990. Internal report. Unilever Plantation Group. London. 116p.

BLAAK. G. 1970. L'extraction de l'huile. á froid. dans l'analyse des régimes de palmier á huile. Oleagineux(Francia)v.25.p.165.

_____; SPARNANIJ. L.D.; MENENDEZ. T. 1963. Breeding and inheritance in the oil palm (Elaeis guineensis Jacq.).Part II. Methods of bunch quality analysis. Journal of the West African Institute of Oil Palm Research (Nigeria)v.4.p. 146-155.

- BREURE, C.J. 1982. Factors affecting yield and growth of oil palm tenera in West New Britain. *Oleagineux (Francia)* v.37,p. 213-228.
- CHAPMAN, G.W.;GRAY,H.M. 1949. Leaf analysis and the nutrition of the oil palm. *Annals of Botany (Reino Unido)* v.13,p.415-433.
- CORLEY, R.H.V. 1977. First clonal palms planted in the field. *The Planter (Malasia)* v.53 no.616,p.331-332.
- _____; BARRET, J.N.; JONES, L.H. 1977. Vegetative propagation of oil palm via tissue culture. *In: D. A. Earp; W. Newall (Eds.), International Developments in Oil Palm. Proceedings, The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur.* p.1-8.
- _____; BREURE, C.J. 1981. Measurements in oil palm experiments. Internal report. Uniliver Plantations Group, London. 33p.
- _____; LEE, C.H.; LAW, I.H.; WONG, C.Y. 1986. Abnormal flower development in oil palm clones. *The Planter (Malasia)* v.62 no. 723,p.233-240.
- _____; WOONG, C.Y.; WOOL, K.C.; JONES, L.H. 1982. Early results from the first oil palm clone trials. *In: E. Pushparajah; P.S. Chew (Eds.), The Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Proceedings. v.II. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur.* p.173-196.
- _____; LEE, C.H.; LAW, I.H.; CUNDALL, E. 1988. Field testing of oil palm clones. *In: Abdul Halim; P.S. Chew; B.J. Wood; E. Pushparajah (Eds.), 1987 International Oil Palm Conference, Progress and Prospects. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.* p.173-185.
- _____; BOONRAK, T.; DONOUGH, C.R.; NELSON, S.; DUMORTIER, F.; VALLEJO, G. 1995. Yield of oil palm clones in different environments. *In: V. Rao; I.E. Henson; N. Rajanaidu (Eds). Recent Developments in Oil Palm Tissue Culture and Biotechnology. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.* p.145-157.
- DONOUGH, C.R.; LEE, C.H. 1995. Longer term results from oil palm clone trials at Pamol Plantations and Golden Hope Plantations. *In: V. Rao; I.E. Henson; N. Rajanaidu (Eds). Recent Developments in Oil Palm Tissue Culture and Biotechnology. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.* p.116-133.
- FOSTER, H.L.; MOHD TAYED, D.; GRMIT, S. 1988. The effect of fertilisers on oil palm bunch components in Peninsular Malaysia. *In: Abdul Halim; P.S. Chew, B.J. Wood; E. Pushparajah (Eds.), 1987 International Oil Palm Conference, Progress and Prospects. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.* p.294-304.
- GREEN, A.H. 1976. Field experiments as a guide to fertiliser practice. *In: R.H.V. Corley; J.J. Hardon; B.J. Wood (Eds.), Oil Palm Research. Elsevier Scientific Publishing Co, Amsterdam.* p.235-261.
- LEE, C.H.; DONOUGH, C.R. 1993. Genotype-environment interaction in oil palm clones. *In: V. Rao; I.E. Henson; N. Rajanaidu (Eds.), Genotype x Environment Studies in Perennial Tree Crops. PORIM, Kuala Lumpur.* p.33-45.
- RAJANAIDU, N.; JALANI, B.S. 1994. Prospects for breeding for kernels in oil palm (*Elaeis guineensis*). *The Planter (Malasia)* v.70 no.820, p.307-318.
- RAO, V.; SOH, A.C.; CORLEY, R.H.V.; LEE, C.H.; RAJANAIDU, N.; TAN, Y.P.; CHIN, C.W.; LIM, K.C.; TAN, S.T.; LEE, T.P.; NGUI, M. 1983. A critical reexamination of the method of bunch quality analysis in oil palm breeding. *PORIM Occasional Paper (Malasia)* no. 9. 29p.
- TAN, G.Y.; RAJARATNAM, J.A. 1978. Genetic variability of leaf nutrient concentrations in oil palm. *Crop Science (Estados Unidos)* v.18, p.548-550.