

ESTRES Y SUSCEPTIBILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis*) A LA PUDRICION COMUN DE LA FLECHA¹/*

José Eladio Monge **
Carlos Chinchilla ***
Geovanny Castrillo ***

ABSTRACT

Stress and susceptibility in oil palm (*Elaeis guineensis*) to common spear rot. Stress upon growth of young oil palms was induced through continuous leaf and root pruning, extreme weed competition, deep planting, high doses of herbicide (glyphosate), lack of fertilization, and rough handling of nursery plants during field transplanting. Common spear rot was prevalent in plants (9-16 months old) with apparent better growth and a high leaf protrusion rate. This seems to indicate that the stress treatments did not predispose plants any more to the disease. Frequency and type of fertilization were also associated with the presence of the disease. Common spear rot symptoms were closely associated to crown disease, 66% of plants had both symptoms.

INTRODUCCION

La pudrición común de la flecha (PCF) de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es una enfermedad común en las plantaciones jóvenes en todos las regiones en que se cultiva esta especie. En Costa Rica la incidencia de la enfermedad en algunos genotipos alcanza valores de 0,5 a 5% en los primeros años de vida, pero la mortalidad es muy baja (Chinchilla, 1990. Comunicación personal. Dpto. Fitopatología, Compañía Palma Tica). En los casos en que la enfermedad no es letal, se reduce la producción como resultado de la disminución en el número y peso de los racimos (Turner, 1981).

La enfermedad se caracteriza por una pudrición acuosa de color pardo en los foliolos de la flecha (hoja emergente que aún mantiene sus foliolos sin abrir). En casos leves sólo unos pocos foliolos son afectados, pero en casos severos el raquis llega a pudrirse total o parcialmente y la flecha se desploma y luego se seca. El agente etiológico de esta enfermedad no se ha establecido con claridad. En Africa se probó la patogenicidad de *Erwinia lathyri*, pero en otras zonas se han encontrado otros microorganismos asociados (Duff, 1963; Turner, 1981; Hartley, 1988).

En Costa Rica la enfermedad se presenta comúnmente en plantas entre 1 y 5 años de edad después del trasplante, aunque también afecta plantas más viejas y plantas de vivero. Esta enfermedad está estrechamente asociada con el arqueo foliar, una enfermedad de posible origen genético que se caracteriza por una curvatura del raquis (Turner, 1981; Chinchilla, 1987).

La susceptibilidad de las plantas está fuertemente controlada por factores genéticos, fisiológicos y climáticos (Hartley, 1988). Se cree que existe una clara predisposición causada por aquellos factores que obstaculizan un crecimiento óptimo. Duff (1962, 1963) concluyó que las progenies

1/ Recibido para su publicación el 6 de enero de 1992.

* Trabajo realizado como parte de la tesis de Magister Scientiae presentada por el primer autor ante el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.

** Programa de Fruticultura, Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Apdo. 183-4050.

*** Departamento de Fitopatología, Programa de Investigaciones en Palma Aceitera, Compañía Palma Tica, Coto 47, Puntarenas, Costa Rica.

más vigorosas sufren menos de la enfermedad y cualquier factor que interfiera con el crecimiento vigoroso de la planta (medido por la tasa de crecimiento) aumenta la susceptibilidad.

Entre los factores que supuestamente predisponen al ataque están: efectos climáticos (e.g. lluvias), producción excesiva de frutos, estrés de trasplante, poda severa de hojas, daño de raíces, ataque de plagas (e.g. *Oryctes* spp. y *Scapanes* spp.), inundación, mal drenaje, déficit hídrico, compactación del suelo, desórdenes nutricionales y condiciones de acidez en el suelo (Turner y Bull, 1967; Turner y Gillbanks, 1974; Turner, 1981). En Costa Rica la enfermedad parece ser más frecuente en las plantaciones que reciben un manejo inadecuado (e.g. lotes con mal drenaje y con proliferación de gramíneas de porte alto) y a lo largo de áreas abiertas, tales como caminos (Chinchilla, 1989).

Sin embargo, la mayoría de estas suposiciones se han basado en observaciones de campo, sin que hasta el momento se hayan realizado suficientes investigaciones para aclarar la situación.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de varias condiciones de estrés sobre la susceptibilidad de la palma aceitera a la pudrición común de la flecha.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El experimento se realizó en el cantón de Corredores, Puntarenas, Costa Rica, en la finca Coto 49 propiedad de la Compañía Palma Tica, la cual se ubica a 08° 35' de latitud norte y 82° 59' de longitud oeste. La zona de vida corresponde a bosque tropical bajo muy húmedo a una altitud de 8 msnm, precipitación promedio anual de 4118,6 mm, una estación seca entre enero y marzo, temperatura media promedio de 25,4°C, humedad relativa promedio de 86% y brillo solar diario promedio de 5,6 h. El sitio de siembra fue una franja de terreno (900 m x 12 m) a la orilla de un camino, con orientación este-oeste, ubicada al borde de un lote de palma aceitera adulta (20 años). El suelo es franco arenoso a gravoso en el horizonte superior con un pH de 7,4.

Material vegetal

Se utilizaron 288 plantas de vivero de 18 meses de edad plantadas a 90 cm en triángulo de

la progenie C9570 (De x BM), reconocida como moderadamente susceptible a la enfermedad.

Tratamientos

- 1) Poda de follaje: se cortó aproximadamente 2/3 del follaje total de las plantas al momento del trasplante. Luego se procedió a cortar 2/3 de cada una de las hojas nuevas (incluyendo la flecha), a intervalos de 2 meses aproximadamente, durante el transcurso del experimento.
- 2) Poda de raíces: se cortó aproximadamente el 50% de las raíces de la planta, tanto al momento del trasplante como 3 meses después del mismo. En la primera ocasión se hicieron 4 incisiones transversales con un cuchillo sobre la masa de raíces ubicada dentro de la bolsa de vivero, intentando cortar la mitad del total de raíces. En la segunda ocasión se realizaron 4 incisiones en el suelo alrededor de la planta en el campo con una pala, a una profundidad de 30 cm intentando cortar la mitad del total de raíces superficiales.
- 3) Maltrato: se maltrató severamente la planta antes de sembrarla, sometiéndola a un fuerte estrés mecánico mediante un manejo brusco tanto del follaje como del sistema radicular.
- 4) Sin fertilización.
- 5) Libre crecimiento de malas hierbas (gramíneas de porte alto) alrededor de las plantas.
- 6) Siembra profunda: se sembró a 70 cm de profundidad, dejando enterrado todo el bulbo basal y las hojas inferiores.
- 7) Aplicación de glifosato: cada planta fue asperjada con 50 ml de una solución de glifosato (8,0 g ia/L) a intervalos de 2 meses. A cada litro de solución se le añadió 2 ml de Extraselp 500 (humectante-adherente).
- 8) Testigo: este tratamiento recibió el manejo normal que se realiza en las plantaciones.

Manejo del experimento

El trasplante al campo se realizó el 5 de agosto de 1989, y las evaluaciones sobre la enfermedad se realizaron durante un período de 16 meses a partir de esa fecha.

El combate de malezas se practicó cada 3 ó 4 meses mediante métodos físicos (con cuchillo) o químicos (fluazifop-butil 1,6 g ia/L). El programa de fertilización se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Programa de fertilización en plantas de palma aceitera.

Fecha	mdt*	Dosis/planta
8-89	0	300 g de 18-46-0
9-89	1	500 g de 15-15-15
8-90	12	750 g de 33-0-0
10-90	14	400 g de 33-0-0 (sólo el bloque 3)

* Meses después del trasplante.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. La unidad experimental fue de 12 plantas sembradas en hilera a 3 m de distancia entre plantas. Las plantas de los extremos de la hilera se consideraron como borde, por lo que la parcela útil fue de 10 plantas. La distribución de las plantas en una sola hilera se hizo para tratar de aumentar las posibilidades de aparición de la enfermedad, ya que ésta es comúnmente encontrada a lo largo de áreas abiertas, tal como las orillas de caminos.

Las variables evaluadas en cada una de las parcelas fueron:

- Porcentaje de incidencia de la enfermedad (evaluaciones mensuales).
- Porcentaje de incidencia acumulada de pudrición común de la flecha. Dado que en la mayoría de los casos las plantas se recuperan, la incidencia acumulada sólo expresa el porcentaje de plantas que han estado enfermas en algún momento de su vida hasta el momento en que se indica.
- Tasa de emisión foliar mensual promedio (TEF: No. hojas/mes), medida en 3 recuentos de hojas realizados en: setiembre 89, mayo 90 y diciembre 90, que corresponden a 1, 9 y 16 meses después del trasplante (mdt), respectivamente. Otros parámetros de crecimiento no fueron determinados, pues la naturaleza de los tratamientos y la enfermedad lo impidieron.

Análisis estadístico

Los datos de porcentaje de incidencia de la pudrición común de la flecha (PCF) tanto actual como acumulada, se transformaron según el arco-seno de la raíz cuadrada del porcentaje expresado como fracción decimal. Los valores de 0% fueron reemplazados por el valor $25/n$ (n =número de

plantas por tratamiento) antes de ser transformados, según lo recomendado por Bartlett, citado por Steel y Torrie (1988). Se realizó un análisis de variancia en un arreglo de parcelas divididas en el tiempo para las variables porcentaje de incidencia actual de PCF y TEF. También se realizó un análisis de variancia para el porcentaje de incidencia acumulada de PCF, para el porcentaje de incidencia actual de PCF en cada fecha y para los valores de TEF en cada una de las evaluaciones realizadas. En todos los casos, la comparación de medias se realizó mediante la prueba de ámbito múltiple de Duncan ($\alpha \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Incidencia por evaluación y acumulada de PCF

La enfermedad se detectó por primera vez en setiembre de 1990 y se realizaron evaluaciones mensuales desde octubre (14 mdt) hasta diciembre (16 mdt) de ese año.

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, tanto para la incidencia por evaluación como para la incidencia acumulada de PCF (Cuadro 2). La respuesta a los tratamientos se puede separar en 2 grupos; en el primero se obtuvo una baja incidencia acumulada (primeros 4 tratamientos). Los restantes 4 tratamientos conforman el segundo grupo caracterizado por una alta incidencia acumulada.

Cuadro 2. Incidencia por evaluación acumulada de pudrición común de la flecha en ocho tratamientos de estrés.

Tratamiento de estrés	%Incidencia por evaluación			%Incidencia acumulada
	14 mdt**	15 mdt	16 mdt	
Glifosato	0,00 a***	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Poda de follaje	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Malas hierbas	3,33 a	3,33 a	0,00 a	3,33 a
Sin fertilización	0,00 a	3,33 a	3,33 a	3,33 a
Siembra profunda	16,67 b	23,33 b	20,00 a	23,33 b
Maltrato	16,67 b	20,00 b	0,00 a	26,67 b
Testigo	30,00 b	30,00 b	10,00 a	30,00 b
Poda de raíces	23,33 b	33,33 b	6,67 a	33,33 b
Promedio	11,25	14,17	5,00	15,00

* Porcentaje a partir de 30 plantas por tratamiento

** mdt=meses después del trasplante

*** Valores en la misma columna seguidos de una misma letra no son significativamente diferentes (Duncan, $P \leq 0,05$).

En Coto, se ha encontrado que los valores máximos de incidencia acumulada de PCF oscilan entre 9,3 y 16,2% y se presentan 60 mdt en la progenie utilizada en este experimento (Monge, J. E. y Chinchilla, C. M. 1991. Datos sin publicar). La incidencia acumulada de PCF que se obtuvo en esta oportunidad en los tratamientos de siembra profunda, maltrato, poda de raíces y testigo es muy alta (23,33 a 33,33%). Un factor que puede influir en la alta incidencia es que las plantas se encontraban a la orilla de un camino, lo

que parece aumentar la incidencia de PCF (Chinchilla, 1989).

Tasa de emisión foliar y pudrición común de la flecha

Similar a lo observado en la variable incidencia acumulada, se separaron los mismos 2 grupos de tratamientos en la variable tasa de emisión foliar total (Cuadro 3), con la excepción de que los tratamientos sin fertilización y siembra profunda no fueron significativamente diferentes entre sí.

Cuadro 3. Tasa de emisión foliar en ocho tratamientos de estrés.

Tratamiento de estrés	TEF-1* (1-9 mdt)**	TEF-2 (9-16 mdt)		TEF-t (1-16 mdt)	
		Plantas sanas	Plantas enfermas		Total
Glifosato	0,97 bc***	1,27	---	1,27 a	1,12 a
Malas hierbas	0,94 b	1,29	1,13 (1)****	1,28 a	1,11 a
Poda de follaje	0,93 b	1,32	---	1,32 a	1,12 a
Sin fertilización	0,78 a	1,38	1,55 (1)	1,39 ab	1,08 a
Siembra profunda	0,99 bc	1,58	1,75 (7)	1,61 bc	1,30 ab
Maltrato	0,98 bc	1,58	1,78 (8)	1,64 c	1,31 ab
Poda de raíces	0,97 bc	1,70	1,65 (10)	1,69 c	1,33 ab
Testigo	1,12 c	1,72	1,82 (9)	1,77 c	1,44 b
Promedio	0,96			1,50	1,23

* Valores de TEF en Nº hojas/mes.

** mdt = meses después del transplante.

*** Valores en la misma columna seguidos de una misma letra no son significativamente diferentes (Duncan, $P \leq 0,05$).

**** El número entre paréntesis indica el número de plantas enfermas a partir del cual se calculó el dato de TEF; para el caso de las plantas sanas, el número de plantas utilizado es 30 menos el número entre paréntesis.

El número de hojas de una palma es dependiente de factores genéticos, de la edad de la palma y del estado nutricional y sanitario de la misma. Ya que la TEF es muy sensible a las condiciones ambientales y de manejo, se le considera un buen parámetro para medir los efectos de ciertos tipos de estrés en palma aceitera (Richardson, 1986).

La TEF obtenida entre los 9 y 16 mdt fue 56% mayor que la obtenida en el período de 1 a 9 mdt (Cuadro 3). Esto se debe a que en el período que abarca la evaluación de la TEF entre los 1 y 9 mdt se presentaron 2 factores que disminuyeron la tasa de crecimiento: el estrés del transplante y la época seca (Figura 1). Sin embargo, los valores más altos de TEF obtenidos entre los 9 y 16 mdt (1,61 a 1,77) se consideran bajos, ya que plantas de la misma edad sembradas en lotes

comerciales normalmente emiten entre 2 y 3 hojas por mes (Chinchilla, C. 1990. Comunicación personal).

En general, los tratamientos que mostraron los valores más bajos de TEF entre los 9 y 16 mdt (glifosato, malas hierbas, poda de follaje y sin fertilización), fueron aquéllos que estuvieron expuestos a condiciones de estrés permanente a lo largo de todo el experimento. No obstante es normal que la poda severa del follaje induzca una TEF mayor que la de plantas no podadas (Richardson, 1986). El estrés que causa la poda de follaje no es fácil de cuantificar en el corto plazo, dicha poda puede disminuir el estrés al reducir la tasa de transpiración, luego del trasplante o durante períodos de sequía (Villalobos *et al.*, 1991).

Bajo las condiciones en que se desarrolló este experimento, se encontró una relación directa

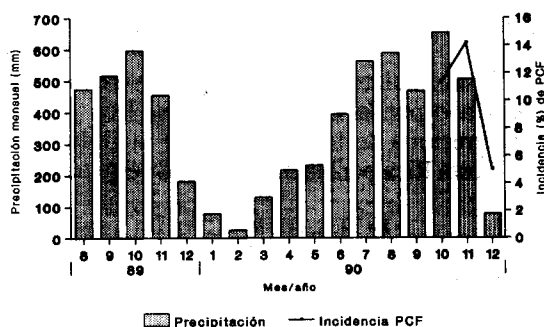


Fig. 1. Precipitación mensual e incidencia de pudrición común de la flecha (PCF), durante el transcurso del experimento, Coto, Costa Rica.

y lineal entre el porcentaje de incidencia acumulada de PCF y la TEF, en especial la TEF entre los 9 y 16 mdt, la cual corresponde al período en que se presentó la enfermedad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Coeficientes de correlación lineal y ecuaciones de regresión para la tasa de emisión foliar mensual y la incidencia acumulada de la pudrición común de la flecha.

TEF	r	Ecuación de regresión*	R ²
1-9 mdt	0,61	---	-
9-16 mdt	0,97	y = - 89,9 + 70,1x	0,95
1-16 mdt	0,94	y = -111,0 + 102,7x	0,88

* y = % incidencia acumulada de PCF

x = TEF (hojas/mes).

Por lo tanto, y contrariamente a lo esperado, parece que cuanto menos estresadas se encontraron las plantas, mayor susceptibilidad mostraron a la enfermedad. Esto es, que un mayor estrés no está ligado a una mayor predisposición a la enfermedad. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que este experimento sólo consideró el período comprendido entre los 0 y 16 mdt. Además, en esta prueba el valor máximo de TEF fue de 1,77 por lo que es necesario estudiar la incidencia de la PCF bajo condiciones menos estresantes para las plantas.

Estos resultados tampoco son fáciles de conciliar con lo establecido por Duff (1963), quien encontró que las plantas que se enfermaban presentaban una caída en su tasa de crecimiento (medida como elongación total de todas las flechas y el promedio diario de elongación por flecha), en comparación con plantas sanas y vigorosas. Esta reducción en la tasa de crecimiento

expondría los tejidos susceptibles al ataque del agente patógeno (*Erwinia lathyri*) por períodos más largos que lo normal. De aquí Duff (1963) concluyó que cualquier interferencia con un crecimiento vigoroso puede hacer que una planta se torne susceptible. El mismo autor comprobó que cuando la tasa de crecimiento era reducida artificialmente por corte de raíces o de hojas, las plantas mostraban mayor susceptibilidad a la enfermedad (Duff, 1962; 1963). Kovachich (1952) logró reproducir los síntomas de la enfermedad por medio de la remoción de foliolos o la poda de raíces.

En este experimento la enfermedad no apareció sino hasta la siguiente estación lluviosa luego del transplante (14 mdt), aproximadamente un mes después de haber fertilizado las plantas con nitrato de amonio. Esta fue la primera fertilización que se realizó en la época lluviosa de 1990 y fue hecha en forma tardía ya que normalmente se realiza en mayo con una fórmula completa. Esta fertilización pudo influir sobre la aparición de la enfermedad, entre otras cosas, mediante el aumento en la TEF.

Sprecher von Bernegg en 1929 y Ghelsen en 1943, citados por Bull y Robertson (1959), sugirieron que una absorción excesiva de nitrógeno puede estar involucrada en la aparición de la pudrición común de la flecha. Asimismo, Ferwerda en 1955, citado por Bull y Robertson (1959), encontró que aplicaciones de nitrógeno aumentaron la incidencia de la enfermedad.

Kovachich (1953) encontró que tanto la fertilización como el crecimiento de las plantas a pleno sol, tenían el efecto de aumentar la incidencia de la pudrición común de la flecha en plantas jóvenes, las cuales también tenían una mayor tasa de emisión foliar como resultado de estas condiciones. Por otro lado, las plantas fertilizadas que crecían bajo sombra tuvieron una tasa de emisión foliar menor pero una mayor incidencia de la enfermedad. Este autor concluyó que, aunque la tasa de crecimiento de la planta influye sobre la incidencia de la enfermedad, parece que la aplicación de fertilizante, aparte del estímulo al crecimiento de la planta influye de alguna forma sobre la incidencia de la misma, como podría ser inducir una deficiencia o desbalance de nutrientes.

Por lo anterior, se debe estudiar con detalle el efecto de la fertilización sobre la incidencia de la enfermedad y su interacción con otros factores como la precipitación; este aspecto cobra más importancia dada la estrecha relación entre PCF y

arqueo foliar, ya que es conocido que las aplicaciones de nitrógeno favorecen la susceptibilidad de las plantas al arqueo foliar (Turner, 1981).

El factor importante en el desencadenamiento de esta enfermedad puede ser la tasa de crecimiento y no el vigor como tal. Un rápido crecimiento del tejido joven y una lignificación que no mantenga el ritmo de este crecimiento, expondría este tejido al ataque de numerosos microorganismos epifitos patogénicos oportunistas, comunes en el ambiente del cogollo, tales como *Erwinia* spp., *Fusarium* spp., etc.

En este experimento se observó que un 66% de las plantas que presentaron síntomas de PCF también presentaron síntomas de arqueo foliar (no se presentaron plantas con arqueo foliar que no mostraran síntomas de PCF), lo cual confirma la estrecha asociación que existe entre la PCF y el arqueo foliar. Este resultado concuerda con lo indicado por Turner (1981) y Chinchilla (1987), quienes han observado una estrecha relación entre estos 2 trastornos.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de varias condiciones de estrés sobre la susceptibilidad de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) a la pudrición común de la flecha (PCF). Las condiciones de estrés aplicadas fueron: poda de follaje, poda de raíces, maltrato, ausencia de fertilización, libre crecimiento de malas hierbas, siembra profunda, aplicación del herbicida glifosato y un testigo. Se encontró que aquellas condiciones de estrés que provocaron valores más bajos (1,27 a 1,39) de tasa de emisión foliar (TEF= No. hojas/mes) en las plantas entre los 9 y 16 meses después del trasplante, presentaron valores bajos (0 a 3,33%) de incidencia acumulada de PCF, mientras que aquellas asociadas a valores más altos de TEF (1,61 a 1,77) mostraron valores altos de incidencia acumulada de PCF (23,33 a 33,33%). El coeficiente de correlación lineal entre la TEF (entre 9 y 16 meses después del trasplante) y la incidencia acumulada de PCF fue de 0,97. Los resultados parecen indicar que un mayor estrés no está ligado a una mayor predisposición a la enfermedad. Otro factor que aparentemente influyó sobre la incidencia de la PCF fue la fertilización nitrogenada. El 66% de las plantas que mostraron síntomas de PCF también mostraron síntomas del trastorno de arqueo foliar.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo económico brindado por la Compañía Palma Tica y por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- BULL, R. A.; ROBERTSON, J. S. 1959. The problems of "little leaf" of oil palms; a review. *Journal of the West African Institute for Oil Palm Research* 2(8):355-375.
- CHINCHILLA, C. M. 1987. El complejo "pudrición de flecha-arqueo foliar". In Compañía Palma Tica, Dpto. de Sanidad. Informe anual 1987. Costa Rica. 115 p.
- CHINCHILLA, C.M. 1989. Principales enfermedades de la palma aceitera. Compañía Palma Tica/ASD de Costa Rica. 61 p. (mimeo).
- DUFF, A.D.S. 1962. Bud rot disease of the oil palm. *Nature* 195(4844):918-919.
- DUFF, A.D.S. 1963. The bud rot little leaf disease of the oil palm. *Journal of the West African Institute for Oil Palm Research* 4(14):176-190.
- HARTLEY, C.W.S. 1988. The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). 3 ed. England, Longman Scientific and Technical. 761 p.
- KOVACHICH, W.G. 1952. Little leaf disease of the oil palm (*Elaeis guineensis*) in the Belgian Congo. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 29:107-114.
- KOVACHICH, W.G. 1953. Little leaf disease of the oil palm (*Elaeis guineensis*) in the Belgian Congo. Part 2. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 30:61-69.
- RICHARDSON, D.L. 1986. Morfología, crecimiento, floración y rendimiento de la palma aceitera. Palma Tica, Costa Rica. 190 p. (mimeo).
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1988. Bioestadística; principios y procedimientos. 2 ed. Trad. por R. Martínez. México, McGraw-Hill/Interamericana. 622 p.
- TURNER, P.D. 1981. Oil palm diseases and disorders. Kuala Lumpur, Oxford University Press, The Incorporated Society of Planters. 280 p.
- TURNER, P.D.; BULL, R.A. 1967. Diseases and disorders of the oil palm in Malaysia. Kuala Lumpur, The Incorporated Society of Planters. 247 p.
- TURNER, P.D.; GILLBANKS, R.A. 1974. Oil palm cultivation and management. Kuala Lumpur, The Incorporated Society of Planters. 672 p.
- VILLALOBOS, E.; CHINCHILLA, C.M.; UMAÑA, C.H.; LEON, H. 1991. Déficit hídrico en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica; irrigación y fertilización con potasio. *Turrialba* 40(4):421-427.