

# Déficit Hídrico en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica. Irrigación y Fertilización con Potasio<sup>1</sup>

E. Villalobos\*, C. Chinchilla\*\*, C.H. Umaña\*\*, H. León\*\*

## ABSTRACT

Premature bending of lower and intermediate leaves was observed in adult oil palm plantations during prolonged dry periods, on some soils of the Central Pacific coast of Costa Rica. This phenomenon was more noticeable from mid-February 1988 in nonirrigated plants, where stomata were partially closed. At the end of the dry season, about 30% of lower leaves which were still green, were drooping around the stem in these same plots. Bent leaves had their stomata open only for about one hour early in the morning. Higher values of abaxial water vapor conductivity (C) were observed in irrigated plants (irrigated C=1.14; nonirrigated C=0.15 cm s<sup>-1</sup>). Premature bending of lower leaves in irrigated plots was low. The C values in leaves 9, 17 and 25 varied inversely with leaf age. A faster response in C was observed in younger leaves upon rehydration. An experiment conducted in 1989 showed an increase in relative water content of eight-year-old plants during the dry season, in response to the application of potassium (K). However, C values were not affected by K use, either in the 1988 or the 1989 experiments. Potassium fertilization prior to the dry season may help to alleviate the negative effect of a severe water shortage.

## COMPENDIO

Se cuantificó el efecto del déficit hídrico en la conductividad del vapor de agua foliar (C) y en el doblamiento prematuro de las hojas inferiores de palma aceitera adulta (*Elaeis guineensis* Jacq.), durante la época seca y en un suelo con baja capacidad de retención de humedad, en el Pacífico Central de Costa Rica. Fue evidente, desde mediados de febrero de 1988, el doblamiento de las hojas inferiores aún verdes, que suele culminar con la muerte de estas. En esa fecha se empezó a notar el cierre de los estomas en las palmas crecidas en parcelas no irrigadas. Estas plantas mostraron aproximadamente el 30% de sus hojas dobladas o quebradas en la región del pecíolo, al final del período de sequía. Las hojas dobladas tuvieron sus estomas abiertos solamente durante aproximadamente una hora, temprano en la mañana. En las parcelas irrigadas por gravedad, las palmas denotaron altos valores de C (irrigadas C=1.14 cm s<sup>-1</sup>; no irrigadas C= 0.15 cm s<sup>-1</sup>) y una reducción considerable del número de hojas dobladas. Los valores de C en las hojas 9, 17 y 25 variaron inversamente con la edad de ellas. También se observó una mejor respuesta en C a la rehidratación en las hojas más jóvenes. La aplicación de dosis crecientes de potasio (K), en 1988, indujo un pequeño aumento en el contenido foliar de este elemento, casi proporcional a la dosis. Sin embargo, esto no tuvo relación con el cambio en la conductividad estomática. En la época seca de 1989, un aumento en la fertilización con K determinó un incremento en el contenido relativo de agua en plantas de ocho años de edad, respecto de las parcelas no fertilizadas. Esta diferencia en el balance hídrico entre las palmas fertilizadas y las no fertilizadas, se acentuó al avanzar la sequía, lo que indica que la aplicación de K al finalizar la estación lluviosa, podría ser una forma de aumentar la tolerancia a los períodos secos prolongados.

1 Recibido para publicación el 19 de noviembre de 1990. Los autores agradecen a la División Quepos de la Compañía Palma Tica, por brindar su autorización para publicar los resultados de la investigación y, en especial, al Dr. D. L. Richardson, Director del Programa de Investigación en Palma Aceitera por su colaboración durante el desarrollo del trabajo y la revisión del manuscrito.

\* Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. El autor es beneficiario del Programa de Apoyo a Investigadores que patrocina el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica (CONICIT).

\*\* Programa de Investigación en Palma Aceitera, Compañía Palma Tica, Apartado 30-1000, San José, Costa Rica.

## INTRODUCCION

Algunos autores (4, 11) han demostrado que la palma aceitera cierra sus estomas, parcial o totalmente, conforme se acentúa el déficit hídrico. Rees (11) también encontró que las temperaturas altas contribuyen al cierre de aquellos, cuando las palmas están expuestas al déficit hídrico. Zobel y Liu (15) detectaron valores de conductividad estomática considerablemente mayores durante las

horas de la mañana que en las de la tarde. En Costa Rica, no se han documentado los efectos del déficit hídrico en las respuestas fisiológicas de la palma aceitera, a pesar de que sus síntomas son más frecuentemente visibles en la época seca.

Al cerrarse los estomas la palma aceitera evita la desecación; no obstante, esto impide la absorción del agua ( $\text{CO}_2$ ). Corley (4) estima que una conductividad estomática inferior que  $0.05 \text{ cm s}^{-1}$  en esta planta, reduce la tasa fotosintética mediante la saturación de luz en un 75 por ciento. Según ese autor, las plantas que cierran sus estomas por un lapso de 40 días al año, disminuirían su producción en un 10 por ciento.

Lahiri (8) resumió varios trabajos de investigación que apoyan la hipótesis de que la fertilización favorece la tolerancia de las plantas a la sequía. Beringer y Trollenier (1) han aportado evidencias sobre el hecho de que la participación del K como osmorregulador en el funcionamiento estomático, puede jugar un papel importante en la reducción de los efectos negativos del déficit hídrico. Braconnier y d'Auzac (2) asociaron el K con la apertura de los estomas en palma aceitera. Thiyagarajan, citado por Corley (5), encontró que la resistencia estomática de plántulas de palma aceitera, que crecieron en una solución nutritiva sin K, disminuyó gradualmente cuando se adicionó ese elemento al medio. En algunos casos se informa que la fertilización con cloruro de potasio (KCl) causó un ligero cierre de los estomas, incluso cuando el contenido de K en el suelo era bajo (10).

El contenido relativo de agua (CRA) es considerado uno de los principales determinantes de la actividad metabólica y de la sobrevivencia foliar (13); al ser esta una característica muy estable (12, 13) ha sido estimada como un indicador importante de tolerancia a la sequía (3, 12).

Con la presente investigación, se pretendió documentar la respuesta de la palma aceitera al déficit hídrico y la fertilización potásica, con el empleo de la conductividad estomática y el CRA como indicadores.

#### MATERIALES Y METODOS

En 1988 se realizó un primer experimento en Quepos, Costa Rica, durante la época seca, en un lote comercial de palma aceitera (D x P, Malasia) de 17

años de edad, sembrado a una distancia de nueve metros en triángulo.

Al final de la anterior época lluviosa -diciembre de 1987-, se inició la irrigación por gravedad en un área aproximada de dos hectáreas, con la idea de mantener la humedad del suelo lo más cerca posible a su capacidad de campo durante todo el periodo experimental. Se seleccionaron tres parcelas con 50 palmas cada una, las cuales habían recibido  $20.75 \text{ kg ha}^{-1}$  de K en mayo de 1987. En diciembre de 1987 se les aplicó dosis adicionales de  $20.75 \text{ kg ha}^{-1}$  de K y  $62.25 \text{ kg ha}^{-1}$  de K (como  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) a dos parcelas únicamente, para completar los tratamientos de  $20.75 \text{ kg ha}^{-1}$  de K,  $41.50 \text{ kg ha}^{-1}$  de K y  $62.25 \text{ kg ha}^{-1}$  de K durante 1987, previamente al inicio de la época seca. Todas las parcelas recibieron en el año un total de  $114 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno, en tres aplicaciones. De igual manera, se asignaron los mismos tratamientos de K en tres parcelas vecinas del mismo lote, las que no recibieron irrigación suplementaria. El suelo era de tipo esquelético, con alto contenido de grava.

Las lecturas de conductividad estomática ( $C = 1 \text{ rs}^{-1}$ ) se obtuvieron con un autoporómetro automático MK-II (Delta Morris, Inglaterra). Fueron tomadas en diferentes fechas durante la época seca entre el 6 de diciembre de 1987 y el 7 de abril de 1988, día en que se estableció la época lluviosa en forma ininterrumpida (Fig. 1). Las mediciones se hicieron en la superficie abaxial de las hojas, en la parte central de tres folíolos de la parte media de las hojas 9, 17 y 25, en cuatro plantas seleccionadas al azar en cada parcela experimental. El 6 y el 7 de abril -coincidentes con el final de la época seca y el establecimiento de la época lluviosa-, se lograron datos sobre la conductividad en diferentes horas del día, para documentar la respuesta de la planta ante la rehidratación.

El estudio de la humedad en el suelo se hizo mediante el método gravimétrico. Los análisis químicos del suelo y de la hoja 17 se efectuaron en dos ocasiones con métodos convencionales. Las muestras fueron recolectadas seis días después de la aplicación del fertilizante en diciembre y 33 días más tarde.

Durante la época seca de 1989 se realizó un segundo experimento en palmas de ocho años (D x P, Deli x AVROS), crecidas en un suelo arcillo-arenoso, sin gravillas ni guijarros en los primeros 110

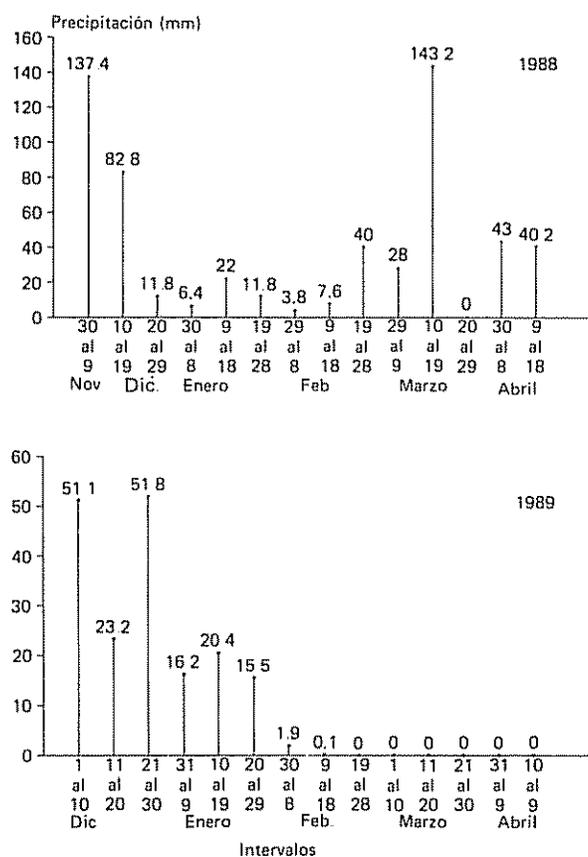


Fig. 1. Distribución de la precipitación, durante los períodos secos de 1988 y 1989 en Quepos, Costa Rica

centímetros y con buena capacidad de retención de humedad (30% de humedad en los primeros 55 centímetros de profundidad, al finalizar la época seca). Se adjudicaron cuatro dosis de K (0, 83.0, 124.50 y 166 kg ha<sup>-1</sup>, como K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en sendas parcelas -irrigadas y no irrigadas-, al final de la época lluviosa. Durante el mes de mayo anterior las parcelas recibieron una fertilización-base de 20.75 kg ha<sup>-1</sup> de K, como K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Se empleó riego por subirrigación, para lo cual se obstruyó el flujo en los canales de avenamiento para elevar la tabla de agua y lograr su ascenso por capilaridad hasta las raíces.

Debido al agotamiento del agua como consecuencia de la severidad de la sequía, solamente fue posible subirrigar en enero y febrero. El análisis estadístico del CRA, como respuesta a las dosis crecientes de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se efectuó según un diseño de bloques completos al azar, con ocho tratamientos -cuatro en cada parcela de irrigación- y cuatro repeticiones en el tiempo -fechas para la evaluación-.

Se determinó el CRA a partir de la sección media de los folíolos centrales de la hoja 17 en tres plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental. Los segmentos foliares se colocaron en bolsas completamente herméticas (tipo Zip Lock<sup>®</sup>), a las que se les sacó el aire antes de ponerlas en un recipiente con hielo. Dos horas después, se extrajeron 12 discos con un sacabocados de 25 milímetros de diámetro y se obtuvo su peso fresco (PF). Posteriormente los discos fueron mantenidos por tres horas en una bandeja entre dos capas de gasa ("cheese cloth") saturadas con agua. Observaciones previas habían mostrado que en este lapso los tejidos alcanzaron la máxima imbibición. Los discos fueron secados superficialmente con una toalla absorbente y se determinó su peso túrgido (PT). Luego se les dejó secar por dos días a 65°C para establecer su peso seco (PS). El CRA se calculó mediante la fórmula:

$$\text{CRA} = (\text{PF} - \text{PS} / \text{PT} - \text{PS}) \times 100$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Evidencia del estrés hídrico

Las observaciones sobre el comportamiento estomático durante el período seco de 1988 (Fig. 2), muestran claramente el efecto detrimental del déficit hídrico acumulado en las plantas, en las parcelas no irrigadas.

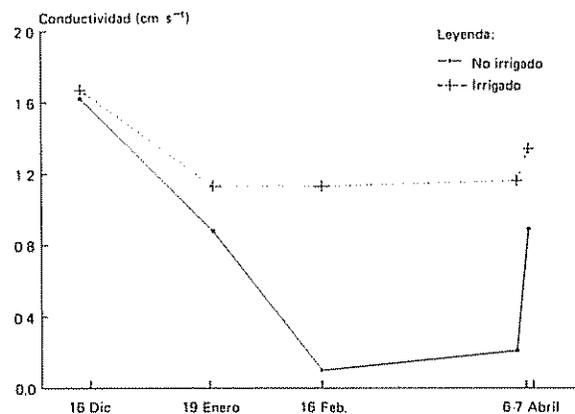


Fig. 2. Conductividad del vapor de agua foliar al mediodía (promedio de las hojas 9 y 17) en plantas de palma aceitera de 17 años de edad, bajo diferentes suministros de agua durante la época seca de 1988.

El cierre de los estomas se evidenció en el mes de febrero. Al final de la época seca (6 de abril), la humedad del suelo en las parcelas no irrigadas fue de 9.5 % y 11.5 % entre 0 - 25 centímetros y 25 - 50 centímetros de profundidad, respectivamente; en contraste con el 27.1 % y 25.7 % de humedad en las parcelas irrigadas. El cierre estomático no sólo ocurrió durante las horas del mediodía, como se ha demostrado que sucede durante la época seca en otras regiones donde se cultiva esta oleaginosa (11). Las palmas no irrigadas abrieron sus estomas ligeramente en las primeras horas de la mañana y los mantuvieron cerrados total o parcialmente y sin variaciones hasta las 15:00 horas (Fig. 3). A partir de ese momento, la disminución en la radiación solar indujo también el cierre de los estomas en las palmas irrigadas.

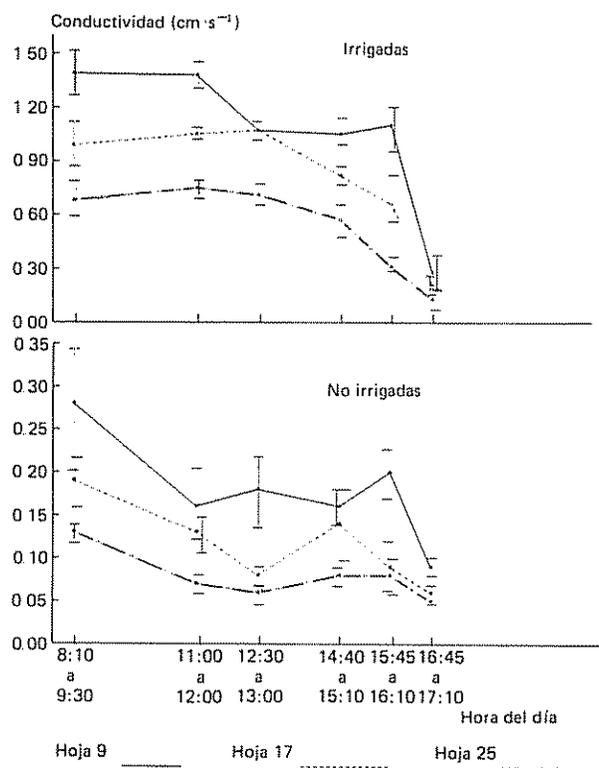


Fig 3 Conductividad del vapor de agua foliar a diferentes horas del día, en las hojas 9, 17 y 25 de plantas de palma aceitera de 17 años de edad, bajo diferentes suministros de agua durante la época seca de 1988. Las líneas verticales indican el error estándar

En forma consistente, la conductividad estomática disminuyó con la edad de la hoja. Zobel y Liu (15) atribuyen este comportamiento a la exposición de la hoja ante la radiación solar, como se ha demostrado en varias especies (14). Por otra parte, el

doblamiento prematuro de los peciolo de las hojas inferiores aún verdes -ocurre también en forma natural por el desarrollo de los racimos y se acentúa durante la cosecha-, influye en el flujo del agua y, consecuentemente, en la conductividad estomática. Incluso en las parcelas irrigadas las hojas dobladas no lograron satisfacer su demanda hídrica y cerraron sus estomas parcial o totalmente. Los aguaceros cortos y dispersos que ocurren durante la época seca, no parecen influir significativamente en el comportamiento de los estomas. Esto puede deberse, en parte, a la muerte de raíces superficiales en la época seca.

Las lecturas obtenidas el 7 de abril en las parcelas no irrigadas, un día después de la ocurrencia de una precipitación de 34.6 milímetros, mostraron una recuperación parcial de la conductividad estomática en las hojas 9 y 17 en la mañana, la que disminuyó nuevamente al aumentar la transpiración en el mediodía (Fig. 4). Los datos sobre conductividad

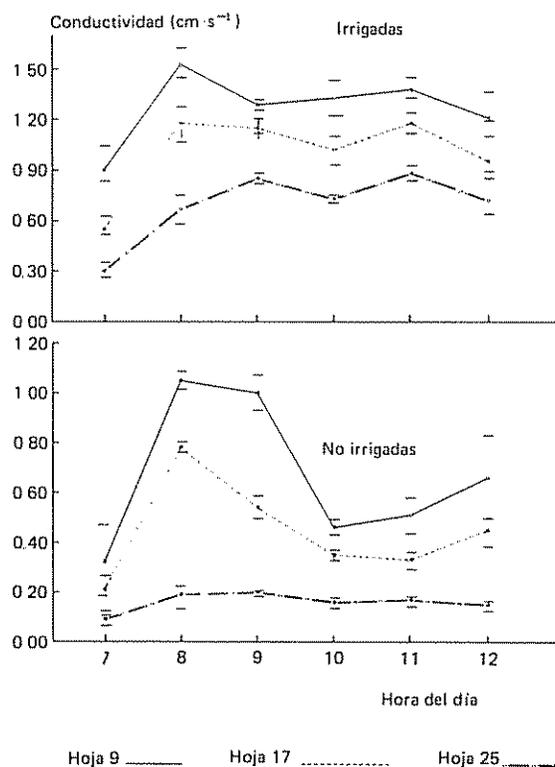


Fig 4 Conductividad del vapor de agua foliar a diferentes horas del día, en las hojas 9, 17 y 25 en plantas de palma aceitera de 17 años de edad, sujetas a diferentes suministros de agua un día después de recibir 34.6 mm de precipitación, durante la época seca de 1988. Las líneas verticales indican el error estándar

logrados en esta fecha, indican una respuesta a la rehidratación en las hojas 9 y 17; mientras que la hoja 25 no denotó ningún cambio durante las horas de la mañana, a pesar de la nubosidad y las temperaturas frescas, que culminaron con lluvias en la tarde.

Se supone que el estrés hídrico tiene un efecto negativo en la producción (7), aunque resulta difícil cuantificar el efecto de las lluvias esporádicas que ocurren durante la época seca en lugares como Quepos. Determinar la magnitud de la reducción en la producción de racimos, atribuida al déficit hídrico, es muy importante para justificar los programas de irrigación cuando es posible aplicar este insumo.

### Influencia del potasio en la conductividad estomática

No se observó durante el año 1988 una respuesta en la conductividad estomática con la adición del fertilizante potásico. Esto ocurrió, a pesar de obtenerse un ligero aumento en el contenido de K foliar, con dosis mayores de K (Cuadros 1 y 2 y Fig. 5). Esta respuesta puede explicarse parcialmente en

Cuadro 1. Palma aceitera: Influencia de la irrigación y fertilización con K, sobre la conductividad del vapor de agua foliar (promedio de las hojas 9 y 17), en plantas de 17 años de edad durante la época seca (1988).

Fecha de observación	Nivel de K (kg ha <sup>-1</sup> )	Conductividad (cm s <sup>-1</sup> )*	
		Parcelas irrigadas	Parcelas no irrigadas
16 diciembre	20.75	1.39	1.40
	41.50	1.74	1.60
	83.00	1.48	1.71
19 enero	20.75	0.91	0.96
	41.50	1.19	0.78
	83.00	1.23	0.92
20 enero	20.75	1.35	0.96
	41.50	1.36	0.89
	83.00	1.64	1.37
16 febrero	20.75	1.13	0.09
	41.50	0.90	0.10
	83.00	1.36	0.11
6 abril	20.75	1.12	0.27
	41.50	1.17	0.20
	83.00	1.16	0.16

\* Los valores son el promedio de 12-18 lecturas.

Cuadro 2. Palma aceitera: Contenido de K y Ca\* (porcentaje de materia seca) en la hoja 17 de plantas de ocho años de edad, bajo diferentes dosis de K, aplicado como K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, en la época seca (1989).

Nivel de K (kg ha <sup>-1</sup> )	Plantas irrigadas		Plantas no irrigadas	
	K	Ca	K	Ca
20.75	1.03	0.78	0.98	0.86
41.50	1.11	0.74	1.08	0.83
83.00	1.12	0.79	1.05	0.95

\* Valores son el promedio de dos análisis hechos seis y 39 días después de la aplicación de 20.75 kg ha<sup>-1</sup> de K y 62.25 kg ha<sup>-1</sup> de K, requeridos para completar los niveles del segundo y tercer tratamiento al final de la época lluviosa. Todas las parcelas recibieron 20.75 kg ha<sup>-1</sup> de K en mayo de 1989.

las parcelas irrigadas, ya que al existir una hidratación adecuada, la concentración alta de K pierde su importancia osmorreguladora, especialmente cuando el contenido foliar de ese elemento se encuentra en los límites óptimos. En condiciones hidropónicas se ha encontrado una reacción positiva al K en la conductividad estomática, pero cuando este elemento se encuentra en niveles deficientes (4). Tampoco se obtuvo respuesta a la adición del fertilizante en las

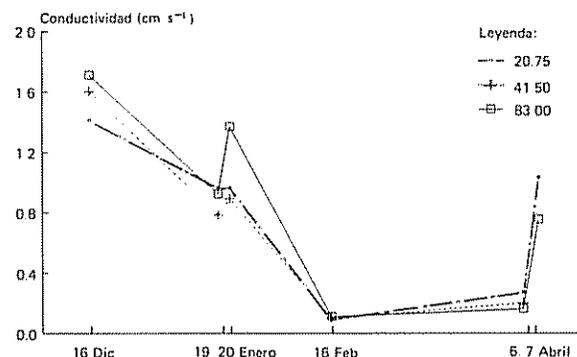


Fig 5 Conductividad del vapor de agua foliar al mediodía (promedio de las hojas 9 y 17), en plantas de palma aceitera de 17 años de edad, bajo diferentes niveles de K (kg·ha<sup>-1</sup>), durante la época seca de 1988

parcelas no irrigadas, donde el efecto osmorregulador del K en la apertura estomática sería importante durante la época del déficit hídrico. Incluso en las parcelas que recibieron las dosis menores de K, el contenido foliar de éste se encontraba en una condición muy cercana a la considerada como óptima

(Cuadro 1). Esto es de esperar ante el alto contenido de K en el suelo (más de 1.0 meq 100 ml<sup>-1</sup> de suelo), lo cual probablemente impide una reacción positiva en la acumulación foliar de K, aunque se utilicen dosis mayores de 83.0 kg ha<sup>-1</sup> de potasio.

### Doblamiento de las hojas inferiores

El efecto detrimental del estrés hídrico en las parcelas no irrigadas, se manifestó también en el doblamiento prematuro de las hojas inferiores, que invariablemente culmina con el quebramiento del pecíolo y en la muerte de aquellas (Cuadro 3). El doblamiento prematuro de las hojas empezó a notarse en las parcelas no irrigadas simultáneamente con el cierre de los estomas en febrero de 1988. Las hojas dobladas mantuvieron sus estomas cerrados durante la mayor parte del día, excepto por un corto período en la mañana. El doblamiento prematuro de las hojas

-aproximadamente un 30% del área foliar en las parcelas no irrigadas- tiene, sin duda, un efecto negativo en la producción; no solamente por la reducción en la superficie fotosintética, cuyo efecto es mayor al doblarse las hojas jóvenes, sino por la dificultad para la movilización de nutrimentos a través de los haces vasculares del pecíolo dañado. Las hojas dobladas permanecen verdes por poco tiempo y eventualmente se secan, por lo que no se justifica dejarlas en la planta durante un ciclo rutinario de poda. Las áreas mayormente expuestas al déficit hídrico y al doblamiento de las hojas inferiores en Quepos, son frecuentemente también las más afectadas por la fractura de la corona, lo cual concuerda con las observaciones de Duckett y Chan (6).

La ocurrencia esporádica de palmas con hojas dobladas y quebradas en las parcelas que recibieron riego suplementario (Cuadro 3), indica que otros

Cuadro 3. Palma aceitera: Doblamiento de las hojas inferiores en parcelas con plantas\* de 17 años de edad, que recibieron diferentes tratamientos de irrigación y fertilización potásica.

K (kg ha <sup>-1</sup> )	Planta	Parcelas irrigadas		Planta	Parcelas no irrigadas	
		Total de hojas dobladas	Hoja más joven afectada		Total de hojas dobladas	Hoja más joven afectada
20.75	1	2	27	19	11	20
	2	1	42	20	11	17
	3	1	41	21	3	20
	4	0	—	22	3	19
	5	1	39	23	4	27
	6	0	—	24	0	—
Medias		0.83	37.3		5.33	20.6
41.50	7	2	40	25	8	19
	8	0	—	26	5	27
	9	11	27	27	9	22
	10	0	—	28	5	24
	11	0	—	29	0	—
	12	0	—	30	6	12
Medias		2.17	33.5		5.50	20.8
83.00	13	0	—	31	2	25
	14	0	—	32	10	17
	15	0	—	33	3	22
	16	1	27	34	13	20
	17	1	33	35	1	25
	18	0	—	36	8	11
Medias		0.33	30.0		6.17	20.0

\* Las palmas evaluadas fueron seleccionadas del centro de la parcela, al final de la estación seca de 1988

factores además del déficit hídrico, están involucrados en el doblamiento prematuro de las hojas. Sin embargo, es claro que el fenómeno se acentúa con el déficit hídrico.

### Contenido relativo de agua

Las palmas fertilizadas con  $K_2SO_4$ , en 1989, mostraron un CRA mayor ( $\hat{O} < 0.01$ ) que aquellas no fertilizadas (Fig. 6). Estas diferencias, aunque pequeñas en apariencia, son comparables con las observadas entre cultivares tolerantes y susceptibles a la sequía en trigo (12) y en soja (Carter, 1989, comunicación personal). No obstante, a pesar de una prolongada sequía, no se observaron plantas con hojas quebradas o dobladas en esta área de la plantación, lo cual se atribuye a una mayor capacidad de almacenamiento de agua en estos suelos.

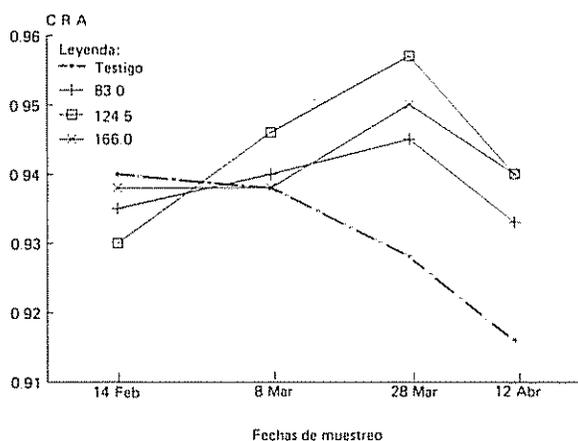


Fig 6. Contenido relativo de agua (CRA) en la hoja 17, de plantas de palma aceitera de ocho años de edad, bajo diferentes niveles de K ( $kg \cdot ha^{-1}$ ), durante la época seca de 1988

Este efecto positivo de la aplicación de K en la retención del agua en palma aceitera, durante la época seca, alienta la investigación en este campo. Dosis altas de K al final de la época lluviosa, podrían ser importantes para aumentar la eficiencia en el uso del agua y para modificar la frecuencia de riego, como se ha confirmado que ocurre con la aplicación de sales en algunas especies (9), o bien como una forma de reducir los efectos negativos de los períodos secos prolongados.

### LITERATURA CITADA

- BERINGER, H.; TROLL DENIER, G 1978. Influence of K nutrition on the response to environmental stress In Potassium Research Review and Trends. Bern, Suiza, International Potash Institute. p 189-222.
- BRACONNIER, S.; D'AUZAC, J. 1985 Etude anatomique et mise en évidence cytologique des mouvements de potassium et de chlore associés à la ouverture des stomates de palmier à huile et de cocotier Oléagineux (Francia) 40(11):547-551.
- CARTER, T. 1989. Breeding for drought tolerance in soybean -where do we stand? In World Soybean Conference (4., Buenos Aires, Arg.) Buenos Aires, Arg. (In press).
- CORLEY, R.H.V 1973. Midday closure of stomata in the oil palm in Malaysia. Mardi Research Bulletin 1:1-4.
- CORLEY, R.H.V 1976. Photosynthesis and productivity. In Oil Palm Research. Holanda, Elsevier Scientific Publishing p 55-75.
- DUCKETT, J.E.; CHAN, S.K. 1978. Crown fracture and palm type - initial findings. Planter (Malasia) 54:142-148.
- HARTLEY, C.W.S 1989. The Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) 3a ed. London, G.B., Longman. p 95-139.
- LAHIRI, A.N. 1980. Interaction of water stress and mineral nutrition on growth and yield. In Adaptation of Plants to Water Stress and High Temperatures. New York, EE.UU., Wiley. p 341-352.
- McCREE, K.J.; RICHARDSON, S.G 1987. Salt increases the water use efficiency in water stressed plants. Crop Science (EE.UU.) 27:543-547.
- OLLAGNIER, M. 1985. Réactions ioniques et conduite de la fertilisation en liaison avec la résistance à la sécheresse des oléagineux pérennes (palmier à huile et cocotier) 1. Oléagineux (Francia) 40(1):1-10
- REES, A.R. 1961. Midday closure of stomata in the Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Journal of Experimental Botany (G.B.) 12:129-146.
- SCHONFELD, M.A.; JOHNSON, R.C.; CARVER, B.F.; MORNHINWEG, D.W. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Science (EE.UU.) 28:526-531.
- SINCLAIR, T.R.; LUDLOW, M.M. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Australian Journal of Plant Physiology (A.C.T.) 12:213-217.
- SOLAROVA, J.; POSPISILOVA, J. 1983. Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves. 8. Stomatal characteristics during ontogenesis of leaves. 8. Stomatal diffusive conductance and stomata reactivity. Photosynthetica. International Journal for Photosynthesis Research (Checoslovaquia) 17(1):101-151.
- ZOBEL, D.; LIU, V. 1980. Leaf conductance patterns of seven palms in a common environment. Botanical Gazette (EE.UU.) 141:283-289.