

DETERMINACION DEL CONTENIDO RELATIVO DE AGUA EN PROGENIES DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis*), DURANTE LA EPOCA SECA EN QUEPOS, COSTA RICA¹

Enrique Villalobos *
Carlos Humberto Umaña **
Francisco Sterling **

ABSTRACT

Determination of relative water content in oil palm (*Elaeis guineensis*) progenies during the dry season in Quepos, Costa Rica. A methodology to determine relative water content (RWC) in oil palm leaves was established. Leaf samples were collected in hermetic plastic bags at midday hours, and placed in an ice chest until processing. Fresh weight (FW), turgid weight (TW) and dry weight (DW) of 10 leaf discs of 25 mm in diameter (including the central vein), were obtained using a two digit balance, and the RWC was calculated using the formula: $RWC = (FW - DW)/(TW - DW) \times 100$. The size of the discs was considered appropriate even in young palms with narrow leaflets. Placement of the discs for two hours between double layers of cheese cloth covered with tap water was enough to obtain maximum imbibition at $26 \pm 2^\circ\text{C}$. It was determined that two persons can collect and obtain FW and TW values for 80 samples in one day. Coefficients of variation in three groups of progenies evaluated ranged from 1.65 to 1.81. It was concluded that the RWC is a simple, unexpensive and stable parameter that can be used to compare large numbers of progenies in their capacity to tolerate drought. Differences (≤ 0.05) as high as 3.5 points in RWC were found between some progenies, under conditions of severe water deficit. Apparently, the precocity and the slow growth rate that are objectives in local breeding programs do not affect the capacity of the palm to tolerate drought.

INTRODUCCION

Un dilema que afrontan los fitomejoradores al desarrollar progenies tolerantes a la sequía, es seleccionar los atributos de la planta que se deben

manipular genéticamente (Carter, 1989). Un sistema radical extenso, una alta sensibilidad estomática a la deshidratación, el enrollamiento foliar, los depósitos cerosos epicuticulares y el ajuste osmótico, son características asociadas con la tolerancia a la desecación (Sullivan, 1983). Algunas de estas características son difíciles de evaluar o son muy afectadas por ligeros cambios ambientales, lo cual es indeseable, especialmente si se trata de evaluar poblaciones grandes (Winter *et al.*, 1988). Más aún, la tolerancia a la sequía no necesariamente depende de una sola característica, sino de la contribución relativa de varios mecanismos que pueden funcionar en diferentes estados del desarrollo de la planta (Sullivan, 1983).

1/ Recibido para publicación el 12 de setiembre de 1989.
* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Miembro del Programa de Apoyo Financiero a Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.
** Palm Research Program, Compañía Palma Tica S.A. (Subsidiaria de Chiquita Brands International, Inc.). Apartado 30, 1000-San José, Costa Rica.

El contenido relativo de agua (CRA) ha sido considerado recientemente, por varios investigadores (Carter, 1989; Schonfeld *et al.*, 1988) como un indicador de la tolerancia a la desecación en cultivos como soya y trigo. Carter (1989), considera que este parámetro es una integración de los componentes aéreos y subterráneos que le confieren a la planta la capacidad de tolerar el déficit hídrico. Este autor señala que esta técnica es la estimación más barata, rápida y confiable de las diferencias en turgencia entre progenies que ha sido asociada con la producción de semilla en diferentes especies de uso agrícola. En trigo, por ejemplo, se ha logrado confirmar una relación directa entre el CRA y la tolerancia a la sequía (Schonfeld *et al.*, 1988). Estos mismos autores encontraron un valor alto de heredabilidad para esa característica y la proponen como un criterio muy promisorio de selección de cultivares tolerantes a la sequía. Sinclair y Ludlow (1985) estiman que el CRA es un determinante principal de la actividad metabólica y de la sobrevivencia foliar y consideran este parámetro como una perspectiva más confiable que las mediciones termodinámicas (v.gr. potencial hídrico) para analizar las respuestas fisiológicas a la desecación.

El objetivo de esta investigación fue adaptar la metodología propuesta para determinar el CRA, a foliolos de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), y evaluar el uso potencial de la técnica para comparar poblaciones numerosas en su capacidad para tolerar la desecación. A su vez, se hizo una evaluación preliminar del CRA en algunos grupos de progenies de palma en condiciones severas de sequía.

MATERIALES Y METODOS

La primera etapa de esta investigación consistió en adaptar una metodología para determinar el CRA a palmas de diferente edad. Básicamente, esta metodología es similar a la que se ha utilizado en soya (Carter, T. 1989. Comunicación personal). Se trató de usar un tamaño de los discos que fuera adecuado para muestrear, incluso palmas jóvenes con foliolos angostos y que permitiera reducir el error durante el proceso. Parte importante de esta etapa preliminar, fue determinar el tiempo requerido para lograr la máxima imbibición de los discos para la obtención de su peso túrgido y la factibilidad de usar una balanza de 2 decimales para pesar las muestras.

La metodología establecida se sometió a prueba al comparar algunas progenies de esa especie. En esta evaluación se incluyeron palmas de 2 años y medio de edad, que crecieron en un suelo franco arenoso con baja capacidad de retención de humedad. Las palmas están distribuidas a 9 m en triángulo, en un diseño "Honeycomb". Esta distribución sistemática, en la que 7 plantas que representan 7 progenies diferentes conforman un anillo hexagonal (una palma en cada vértice del hexágono y una en el centro), reduce la influencia edáfica y microclimática, en el comportamiento de las progenies. Varios de estos anillos constituyen un ensayo de producción, cuya finalidad es evaluar la producción y el comportamiento agronómico a largo plazo. En el presente estudio, por su naturaleza, ese arreglo espacial facilitó el muestreo casi simultáneo y redujo el riesgo de error.

El CRA se evaluó el 8 de marzo en un grupo de 6 progenies y el 28 de marzo en otros 2 grupos de 7 progenies. Los 3 grupos tuvieron la progenie C9580, que se cultiva comercialmente en Quepos, como testigo común. Estas evaluaciones se hicieron en condiciones severas de sequía, ya que a partir de la última lluvia de 17 mm, que ocurrió el 29 de diciembre del año anterior, no se registró ningún otro aguacero hasta la última semana de abril en que se inició la estación lluviosa.

Los datos del CRA obtenidos de cada grupo experimental se analizaron independientemente como un diseño de bloques al azar con 6 repeticiones. Cada hexágono se consideró como una repetición.

El CRA se determinó de la sección media de los foliolos centrales de la hoja número nueve de cada palma. Los segmentos foliares se colocaron en bolsas herméticas a las que se les extrajo el aire antes de ponerlas en una bandeja con hielo cerrada. Una o 2 horas después se extrajeron de 10 a 12 discos con un sacabocados de 25 mm de diámetro y se obtuvo su peso fresco (PF). Posteriormente, los discos se colocaron en una bandeja entre 2 capas de gasa saturada con agua, por un lapso de 2 a 3 horas, que de acuerdo con observaciones previas, se determinó que es un período suficiente para que los discos alcancen la máxima imbibición. Los discos se secaron superficialmente sin presionar con papel absorbente y se obtuvo su peso túrgido (PT). Luego se secaron por 2 días consecutivos a 65°C y se determinó su peso seco (PS). El CRA se calculó mediante la siguiente fórmula:

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

RESULTADOS Y DISCUSION

Se logró adaptar una metodología para determinar el CRA en foliolos de palma aceitera que resultó eficiente y confiable dado el alto número de muestras que se pueden evaluar en un día y los bajos coeficientes de variación que se detectaron (Cuadro 1). Un período de 2 h fue suficiente para que los discos, independientemente de su grado de deshidratación alcanzaran su máxima imbibición (Cuadro 2). Es posible que los discos foliares se saturen en períodos aún menores, pero este aspecto podría resultar irrelevante, si se está evaluando un número grande de muestras, ya que los pasos previos sobrepasarían ese mínimo de tiempo. El tamaño de los discos (25 mm de diámetro) resultó apropiado para evaluar el CRA aún en palmas jóvenes con foliolos angostos, si se incluye la vena central, y fue lo suficientemente grande para reducir el error. Discos pequeños hacen más tedioso el procedimiento y un pequeño error puede resultar en un cambio notorio en el CRA. Asimismo, con el tamaño de muestra usado (10 discos), la utilización de una balanza de 2 decimales fue también adecuada.

Se estimó que 2 personas pueden recolectar y determinar los valores de PF y PT de 80 muestras en un lapso de aproximadamente 8 h, en palmas jóvenes (hay que considerar que la recolección de las muestras no debe iniciarse antes de

las 10:00 horas, para permitir un equilibrio en el balance hídrico de la planta). El secamiento de las muestras, que es el aspecto que consume más tiempo, no fue en realidad una limitación muy seria de la técnica, si se dispone de un horno de tamaño adecuado, operando en forma continua.

Se encontraron diferencias ($\infty < 0,05$) entre los promedios del CRA para algunas progenies, en 2 de los 3 grupos que se estudiaron (Cuadro 1). Estas diferencias, aunque pequeñas en apariencia, son comparables con aquellas que se han detectado entre progenies tolerantes y susceptibles de trigo (Schonfeld *et al.*, 1988) y de soya (Carter, T: 1989. Comunicación personal). Es difícil clasificar las progenies que se incluyeron en este estudio como susceptibles o tolerantes a la sequía, únicamente con base en estos resultados preliminares. Sin embargo, es importante señalar la precisión de la técnica para detectar pequeñas diferencias entre progenies. En otros estudios (Bennett *et al.*, 1987) con soya y maíz, se encontraron coeficientes de variación para el CRA aún mayores que los que se obtuvieron en esta investigación (Cuadro 2). Se concluye que este procedimiento, además de simple y barato, es confiable para hacer estudios comparativos del estado de hidratación en progenies de palma aceitera, aspecto que coincide con la opinión de otros investigadores (Carter, 1989; Schonfeld *et al.*, 1988).

Cuadro 1. Contenido relativo de agua (CRA) en tres grupos de progenies de palma aceitera de dos años y medio de edad, en Quepos, Costa Rica.

Grupo 1 (QB-87-04)		Grupo 2 (QB-87-02)		Grupo 3 (QB-87-03)	
Progenie	CRA	Progenie	CRA	Progenie	CRA
C9580*	90,9	C9580	90,3	C9580	90,6
C27804	90,8	C24243	89,2	C27805	88,1
C9580	90,9	C31920	90,0	C27811	88,7
C2850	91,4	C9580	90,3	C27806	89,4
C24242	92,6	C22951	90,4	C24222	89,9
C24269	92,7	C32191	90,7	C9580	90,6
C34093	94,0	C24292	90,8	C24221	91,1
-	-	C31919	90,8	C24309	91,6
DMS(0,05)	1,83		1,76		1,87
C.V.	1,66		1,65		1,81

FECHA	8/3/1989	28/3/1989	28/3/1989
Déficit hídrico (mm)**	219	312	312

* Progenie testigo

** Calculado según metodología de Surre (1968).

Cuadro 2. Peso de discos de 25 mm de diámetro de los foliolos centrales de la hoja 17 de palmas adultas (8 años) y de la hoja 9 de palmas jóvenes (2,5 años) del material DxP (Deli x AVROS), sometidos a diferentes tiempos de imbibición. Quepos, Costa Rica.

	Peso Fresco (g)	Peso a diferentes tiempos de imbibición			Peso seco (g)
		2 h	3 h	4 h	
Palmas jóvenes					
1	1,00	1,07	1,07	1,07	0,38
2	0,86	-	0,96	0,95	0,33
3	0,80	-	0,87	0,87	0,30
Palmas adultas					
1	1,21	1,27	1,27	1,27	0,54
2	1,40	-	1,49	1,48	0,69
3	1,25	-	1,33	1,33	0,62
4	1,09	1,14	1,13	-	-
5	1,14	1,19	1,19	-	-
6	1,06	1,08	1,08	-	-
7	1,08	1,14	1,14	-	-
8	0,84	0,90	0,89	-	-

Las observaciones se hicieron en un cuarto acondicionado a $26 \pm 2^\circ\text{C}$.

Los materiales que se incluyeron en este estudio están relacionados genéticamente, pues, aunque provienen de diferentes cruzamientos, tienen un progenitor femenino de la familia Deli, que posee una base genética muy reducida, razón por la que, probablemente, la magnitud de las diferencias en CRA entre ellos, fue relativamente pequeña. El hecho de que estas progenies difieran en el CRA no es sorprendente, si se toma en cuenta que éste no fue un factor de presión de selección determinante en el desarrollo de las mismas. Sin embargo, es posible que algunas de estas combinen las características de productividad y tolerancia a la sequía, como ha sido observado por Maillard *et al.* (1974). Es probable que bajo condiciones de estrés hídrico severo, la capacidad de mantener un alto CRA sea un factor determinante en la producción y que también podría definir la sobrevivencia de plantas jóvenes.

Un aspecto importante es el hecho de que la precocidad en producción y el crecimiento lento, que son objetivos prioritarios en los programas de mejoramiento genético de la palma aceitera en Costa Rica, no han influido negativamente en la capacidad de las palmas de mantener un valor semejante de CRA, aún en condiciones severas de sequía, según se deduce al comparar el CRA de la progenie testigo (C9580), con el de aquellas de desarrollo reciente (Cuadro 1) que poseen los rasgos mencionados en forma más acentuada.

RESUMEN

Se adaptó una metodología para medir el contenido relativo de agua (CRA) en hojas de palma aceitera. Se colectaron muestras de hojas al mediodía en bolsas plásticas herméticas y se colocaron en bandejas con hielo hasta su procesamiento. Se determinó el peso fresco (PF), el peso túrgido (PT) y el peso seco (PS) de 10 discos foliares de 25 mm de diámetro (incluyendo la vena central) con una balanza de 2 decimales, y se calculó el CRA mediante la fórmula: $\text{CRA} = (\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS}) * 100$. El tamaño de los discos se consideró apropiado aún para palmas jóvenes con foliolos angostos. La colocación de los discos en una bandeja entre 2 capas de gasa saturadas con agua por un lapso de 2 horas fue suficiente para obtener la máxima imbibición a $26 \pm 2^\circ\text{C}$. Se observó que 2 personas pueden colectar y obtener los pesos frescos y túrgidos de 80 muestras en un día. Los coeficientes de variación en los 3 grupos de progenies evaluados oscilaron entre 1,65 y 1,81. Se concluyó que la técnica del CRA es simple, barata y estable, por lo que resulta apropiada para comparar progenies en su capacidad para tolerar la sequía. Se encontraron diferencias ($\ll 0,05$) hasta de 3,5 puntos en el CRA entre algunas progenies, en condiciones severas de déficit hídrico. Aparentemente, la precocidad y el crecimiento lento, que son objetivos de los

programas locales de mejoramiento genético de la palma, no influyen negativamente en la capacidad de esta especie para tolerar la sequía.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Dr. Thomas Carter de North Carolina State University su participación personal en algunas pruebas preliminares y sus consejos prácticos en la adaptación de la metodología para determinar el CRA en palma. También agradecen a los Ing.Agr. Herbert León, Alvaro Cordero y Carlos Echandi su cooperación en la ejecución del trabajo.

LITERATURA CITADA

- BENNETT, J.M.; SINCLAIR, T.R.; MUCHOW, R.C.; COSTELLO, S.R. 1987. Dependence of stomatal conductance on leaf water potential, turgor potential and relative water content in field grown soybean dried maize. *Crop Science* 27:984-990.
- CARTER, T. 1989. Breeding for drought tolerance in soybean where do we stand? *In* World Soybean Conference. (4., 1989, Buenos Aires, Argentina). (en prensa)
- MAILLARD, G.; DANIEL, C.; OCHS, R. 1974. Analyse des effets de la sécheresse sur le palmier a huile. *Oléagineux* 29:397-404.
- SCHONFELD, M.A.; JOHNSON, R.C.; CARVER, B.F.; MORNHINWEG, D.W. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Crop Science* 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* 12:213-217.
- SULLIVAN, Ch.Y. 1983. Genetic variability in physiological mechanisms of drought resistance. *Iowa State Journal of Research* 57:423-439.
- SURRE, C. 1968. Les besoins en eau du palmier à huile. Calcul du bilan de l'eau et ces applications pratiques. *Oleagineux* 23(3):165-167.
- WINTER, S.R.; MUSICK, J.T.; PORTER, K.B. 1988. Evaluation of screening techniques for breeding drought-resistant winter wheat. *Crop Science* 28:512-516.