Agronomía Costarricense: 14(2): 197-200. 1990.

INFLUENCIA DEL REGIMEN DE HUMEDAD EN EL SUELO SOBRE LA MORFOLOGIA FOLIAR DE *Rottboellia exaltata* 1/*

Ronald Hernández **
Adolfo Soto ***
Roberto Valverde ****

ABSTRACT

Influence of soil moisture upon the leaf morphology of *Rottboellia exaltata*. Greenhouse grown *R. exaltata* plants, were subjected to four soil water exhaustion regimes: 0% (field capacity), 25, 50 and 75% (75, 50 and 25% field capacity, respectively); sections from the second-last expanded leaf of 44 days-old plants were stained with erythrosin and examined under a fluorescent light microscope. As the water deficit increased, the length, width and thickness of the leaf lamina decreased. At the most severe depletion regimes (50 and 75%), the tracheal elements of the vascular sheath showed an increase in thickness of the secondary wall, the mesophyll became disorganized, and the number and size of chloroplasts decreased. The results suggest a greater sensibility of the mesophyll to water deficit.

INTRODUCCION

La maleza *Rottboellia exaltata* se introdujo en Costa Rica en 1960, posiblemente como contaminante de semilla de arroz (Sánchez, 1985). En varias regiones del país, aptas para la producción de granos como sorgo, maíz y frijol, se presenta en poblaciones altas que pueden provocar hasta la pérdida total de las cosechas. Por ejemplo, durante 1980 el Instituto Nacional de Seguros indemnizó con más de 2 millones de colones a los agricultores de varias partes del país por pérdidas provocadas por *R. exaltata* (Costa Rica, 1981).

Una de las variantes más marcadas del medio tropical es la disponibilidad de agua: durante la época de lluvias es relativamente abundante, lo que provoca un agresivo crecimiento de las malezas, mientras que durante la época seca se reduce o desaparece, ocasionando una merma en el crecimiento de las malas hierbas. Sin embargo, el desarrollo de sistemas de riego, con el fin de mantener dichas áreas en producción continua durante el año, es de esperar que altere ese ciclo, de manera tal que también las malezas estarían en una producción continua de propágulos, que podría llegar a niveles poblacionales que impidan una producción rentable.

Sánchez (1985) comparó los niveles poblacionales de *R. exaltata* en Guanacaste, zona de época seca bien definida, con los de Limón, donde la época seca es poco definida, y encontró que en la primera zona las poblaciones de la maleza son menores; por ello, se ha asumido que el régimen de humedad influye en la reproducción de estas plantas.

La información sobre aspectos biológicos de las malezas nocivas en el trópico es escasa; sin embargo, hay consenso en que resulta indispensable

1/ Recibido para publicación el 29 de enero de 1990.
* Parte de la tesis de Ing.Agr. presentada por Ronald Hernández Acosta ante la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.
** Ministerio de Agricultura y Ganadería, Sanidad Vegetal, Pérez Zeledón. San José, San Isidro de Pérez Zeledón.
*** Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
**** Centro de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

para lograr un manejo integral de éstas, en el cual no se dependa exclusivamente del combate químico.

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la influencia de 4 regímenes de agotamiento de la humedad del suelo sobre la estructura foliar de *R. exaltata*, en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en un invernadero ubicado en Alajuela, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica.

La semilla de *R. exaltata*, proveniente de la misma Estación Experimental, se pregerminó en una mezcla 1:1 de suelo: arena; 3 días después se trasplantaron las 3 plántulas más vigorosas y uniformes en el tamaño de la plúmula y la radícula, a vasos plásticos de 2 L de capacidad, conteniendo 1524 g de suelo. Dichos recipientes tuvieron un diámetro superior de 15,5 cm e inferior de 13,1 cm y una altura de 11,8 cm.

El suelo que se usó como sustrato en el experimento provenía de los primeros 20 cm de la serie Baudrit, cuyas características físicas se muestran en Hernández y Soto (1990).

R. exaltata fue sometida a cuatro regímenes de agotamiento de humedad en el suelo, los cuales fueron: 0% de agotamiento (capacidad de campo, CC), 25% (75% de la CC), 50% (50% de la CC) y 75% da agotamiento (25% de la CC). Para determinar la humedad existente en el suelo se utilizaron celdas de resistencia eléctrica (Coleman, 1970; Soil Test Inc., 1975) de acuerdo con una calibración previa. Se colocaron 2 celdas en uno de los recipientes de cada nivel de humedad en que crecía *R. exaltata*, a 1/4 y 3/4 de la profundidad del recipiente, respectivamente. La primera celda se utilizó como indicativa de la humedad durante las etapas iniciales de crecimiento de la especie en estudio, mientras que la segunda, para las etapas posteriores.

En cada vaso se dejó que la humedad del suelo alcanzara el régimen de agotamiento establecido, y entonces, se suplió la deficiencia hasta llegar a capacidad de campo. Como puntos de Marchitez Permanente y de Capacidad de Campo se utilizaron 22,5% y 71,07% de humedad disponible en el suelo, respectivamente, que habían sido previamente determinados para *R. exaltata* en el sustrato utilizado en el experimento.

A los 5, 10 y 15 días después de la siembra, y luego cada 45 días, durante los 154 días que se permitió el crecimiento de la *R. exaltata*, se adicionó 170 ml de solución nutritiva Hoagland modificada (Weber, 1972), junto con el agua de riego.

A los 44 días después de la siembra, se recolectaron secciones de 2,5 cm de la penúltima hoja recién extendida (por tratamiento y repetición) para estudiar el efecto del estrés hídrico en la vaina vascular y el mesófilo.

El material recolectado se fijó en F.A.A. (Johansen, 1949) y la preparación posterior fue la siguiente: se deshidrató en series de alcohol etílico (ETOH) y butílico terciario (TBA) de diferente gradación, TBA puro, TBA:aceite de parafina, y TBA:parafina. Una vez teñido el tejido con eritrosina e infiltrado en bloques de parafina (PF=56-58°C), se seccionaron y prepararon cortes transversales de 10 µm de grosor con un micrótomo rotatorio. En todos los casos, los cortes evaluados provinieron de secciones semejantes de los diferentes tratamientos. Los porta y cubreobjetos se limpiaron en remojo con una solución de ETOH al 70% más unas gotas de HCl 1N y luego, los portaobjetos se trataron con adhesivo de Hawpt.

Para el montaje, los cortes en láminas se tensaron con una solución de formalina al 3% y se fijaron con calor. La parafina se removió con xileno, xileno:ETOH, alcohol de 95°, se tiñó con azul de toluidina y se enjuagó con agua destilada. El tejido se volvió a lavar en el orden contrario al lavado anterior hasta el xileno (Sakai, 1973). Las secciones se fijaron y montaron en Permaunt.

Las láminas se observaron en un microscopio de luz fluorescente "Nikon Fluophot" y se fotografiaron.

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción morfológica externa

Rottboellia exaltata presenta un culmo robusto, alto y ramificado. La vaina foliar es híspido-papilosa y la lámina es extendida. En sección transversal, la superficie adaxial es levemente pubescente y ligeramente costillada, en especial, sobre los haces vasculares mayores; la abaxial es muy pubescente (macro y micropelos), tiene numerosas células con cuerpos silíceos igual

mediano y gran cantidad de estomas con células subsidiarias en forma de domo, con frecuencia triangular. Las cámaras subestomáticas son de tamaño pequeño.

Descripción morfológica interna

No existe gran diferencia entre los haces vasculares del floema y del xilema; sólo los de mayor tamaño tienen elementos traqueales de amplio diámetro y conspicuo floema. De acuerdo con Prat (1937) hay de 13 a 17 haces vasculares menores ubicados entre 2 haces mayores consecutivos. Los haces menores y medianos tienen una vaina vascular continua e irregular (Figura 1A); en los haces mayores, la vaina puede interrumpirse en la superficie adaxial, abaxial o en ambos lados. En los haces mayores con frecuencia la vaina tiene proyecciones adaxiales o abaxiales de naturaleza esclerénquimática. Las células de la vaina vascular tienen plastidios de mayor tamaño que las células del mesófilo, lo cual es típico de plantas C_4 (Paul y Patterson, 1980) como *R . exaltata* (Elmore y Paul, 1987). En el mesófilo, el clorénquima se distribuye radialmente alrededor de los haces vasculares, no obstante, en algunas áreas se observa también una capa de mesófilo de empalizada adaxial (Figura 1A).

Efecto del déficit hídrico

Los resultados (Figura 1) muestran que la estructura típica descrita se alteró gradualmente conforme se acentuó el déficit hídrico. La longitud y el ancho de la lámina disminuyeron; el grosor de la misma también disminuyó (Figuras 1A, 1B y 1C). La vaina vascular no mostró alteración con el régimen de agotamiento de 25%, pero los elementos traqueales comenzaron a incrementar el grosor de la pared secundaria; el mesófilo se redujo y comenzó a mostrar indicios de desorganización (Figura 1B). Con un régimen de agotamiento del 50%, se incrementó la desorganización en el mesófilo y se encontró una reducción en el número y tamaño de los cloroplastos (Figura 1C). Con regímenes de agotamiento del 75%, la desorganización del mesófilo es casi completa y el número de cloroplastos es casi nulo (Figura 1D). Los plastidios de la vaina vascular comenzaron a mostrar una reducción con el régimen del 50% de agotamiento.

Estos resultados sugieren una mayor sensibilidad al déficit hídrico por parte del mesófilo, hecho que concuerda con lo que informó Kramer

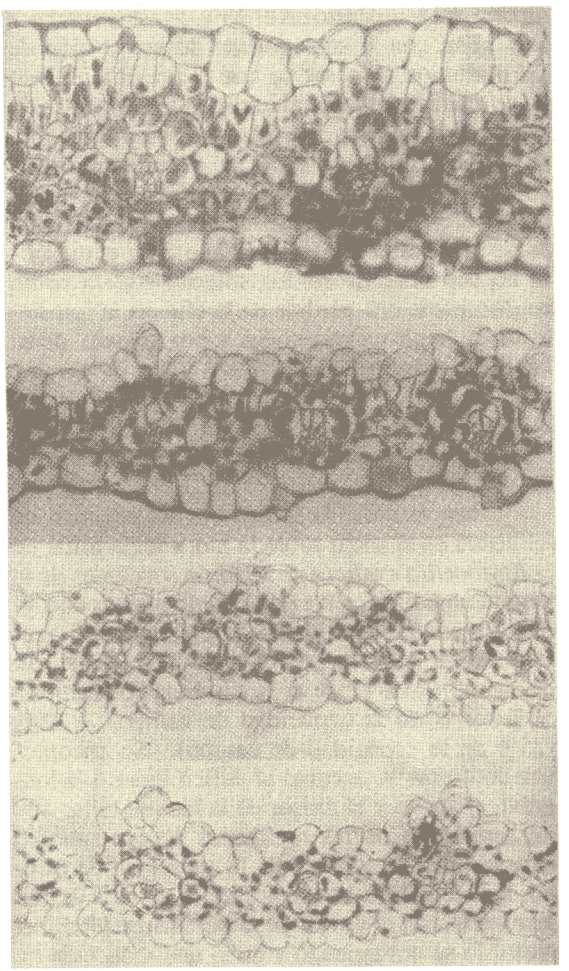

Fig. 1. Estructura de la lámina foliar de *Rottboellia exaltata* sometida a diferentes regímenes de humedad (A. Capacidad de campo, 0% de agotamiento; B. 25% de agotamiento; C. 50% de agotamiento; D. 75% de agotamiento) vista al microscopio de luz fluorescente.

(1980). Alberte *et al.* (1977) encontraron en hojas de plantas de *Zea mays* sometidas a déficit hídrico, que las células del mesófilo perdían la mayor cantidad de cloroplastos; los autores atribuyeron esta pérdida preferencial a que las células mesofílicas están ubicadas a una mayor distancia del haz vascular que las de la vaina, por lo que desarrollan déficits de agua superiores, que las llevan a una rápida pérdida de clorofila.

Por otro lado, Giles *et al.* (1974) también informaron sobre el daño que produce el estrés hídrico en el mesófilo en maíz, e indicaron sobre la ruptura del tonoplasto en el 25% de estas células a

ruptura del tonoplasto en el 25% de estas células a -1,9 MPa, con la subsiguiente desintegración de los plastidios. A pesar de que el presente trabajo no se realizó a nivel de microscopía electrónica de transmisión, las láminas fijas mostraron la ruptura de algunas células mesofílicas, con el régimen de 75% de agotamiento. Esto, necesariamente, implica que con altos regímenes de deficiencia de agua como el anotado, los cambios que sufre el mesófilo no son reversibles. Lo anterior traería como consecuencia una pérdida de la eficiencia fotosintética de la planta en estudio, y por lo tanto, de su habilidad competitiva.

RESUMEN

Para estudiar la influencia del régimen de humedad en el suelo sobre la morfología foliar de la *Rottboellia exaltata* se tomaron secciones de la penúltima hoja recién extendida de plantas con 44 días de edad, sometidas a 4 regímenes de agotamiento de humedad en el suelo: 0% (capacidad de campo), 25% (75% de la capacidad de campo), 50% (50% de la capacidad de campo), y 75% (25% de la capacidad de campo). Se encontró que conforme se acentuó el déficit hídrico la longitud, el ancho y el grosor de la lámina foliar disminuyeron. Con los regímenes de agotamiento más severos, 50 y 75 % de la capacidad de campo, los elementos traqueales de la vaina vascular incrementaron el grosor de la pared secundaria, el mesofilo se desorganizó y hubo una reducción en el número y tamaño de los cloroplastos. Los resultados sugieren una mayor sensibilidad al déficit hídrico por parte del mesofilo.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Eugenia Flores V., por su colaboración en la interpretación de los resultados.

LITERATURA CITADA

ALBERTE, R.S.; THORNBER, J.P.; FISCUS, E.L. 1977. Water stress effects on the content and organization of chlorophyll and bundle sheath chloroplasts of maize. Plant Physiology 59:351-353.

COLEMAN, E.A. 1970. Soil moisture and cells; instruction manual. Illinois, Soiltest. 20 p.

COSTA RICA. INSTITUTO NACIONAL DE SEGUROS. DEPARTAMENTO AGROPECUARIO. 1981. Algunos aspectos importantes sobre el zacate indio *(Rottboellia exaltata)*. San José, INS. 17 p.

ELMORE, C.D.; PAUL, R.N. 1983. Composite list of C_4 weeds. Weed Science 31(5):686-692.

GILES, K.L.; BEARDSELL, F.; COHEN, D. 1974. Cellular and ultrastructural changes in mesophyll and bundle sheath cells of maize in response to water stress. Plant Physiology 54:208-212.

HERNANDEZ, R. 1988. Influencia del déficit hídrico en el complejo germinación-latencia de *Rottboellia exaltata* L., bajo sequía simulada y determinación de la viabilidad al remanente de semilla que presentó latencia. Tesis Ing.Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia.

HERNANDEZ, R.; SOTO, A. 1990. Influencia del déficit hídrico en la germinación de *Rottboellia exaltata* bajo sequía simulada. Agronomía Costarricense 14(20): 135-140.

HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life zone ecology. San José, Tropical Science Center. p. 206.

JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. New York, McGraw Hill. 523 p.

KRAMER, P.J. 1980. Drought stress and the origin of adaptations. *In* Adaptation of plants to water and high temperature stress. Ed. by N.C. Turner and P.J. Kramer. New York, Wiley and Sons.

PAUL, R.N.; PATTERSON, D.T. 1980. Effects of shading on the anatomy and ultrastructure of the leaf mesophyll and vascular bundles of itchgrass *(Rottboellia exaltata)*. Weed Science 28(2):216-224.

SAKAI, W.S. 1973. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidina Blue O. Stain Technology 48(5):247-249.

SANCHEZ, T. 1985. Estudio preliminar de la distribución y ecología de *Rottboellia exaltata* L. Tesis Ing.Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 95 p.

SOILTEST. 1975. Soiltest's advanced soil moisture-temperature meter and cells; MC-3000 series; descriptions an instructions. Soiltest Inc.

WEBER, J.B. 1972. Model soil systems, herbicide leaching, and sorption. *In* Research methods in weed science; twenty-fifth anniversary conmemorative issue of the Southern Weed Science Society. Atlanta, Georgia, Pop Enter Price and Creative Printer. p. 146-147.