

INFLUENCIA DEL DEFICIT HIDRICO EN LA GERMINACION DE *Rottboellia exaltata* BAJO SEQUIA SIMULADA ^{1/}*

Ronald Hernández **
Adolfo Soto ***

ABSTRACT

Influence of water deficit upon germination of *Rottboellia exaltata* under simulated drought. The effect of simulated drought upon germination of *R. exaltata* propagules was tested in a germination chamber with diffuse light, at 29°C and 98% relative humidity. The propagules were stored for 8 months and then subjected to 4.08 MJ/cm² immediately before using them in the test. Germinating solutions with 4 osmotic potentials were used: 0, -0.3, -0.4 and -0.5 MPa, obtained with polyethylene glycol (mol. wt. 8000). Counts of germinating propagules were made at 4-day intervals up to 20 days. At the end of this period, seeds remaining firm were tested for viability with a 0.1% tetrazolium solution. Increments in the osmotic potential of the test solutions retarded and scaled down germination of *R. exaltata*. Furthermore, both extreme osmotic potentials tested (0 and -0.5 MPa) decreased germination and increased percentage of dormant and dead seed; also, -0.5 MPa brought about an increase in abnormal seedlings. The radicle/plumule ratio was influenced by the osmotic potential of the solution; at 0 MPa potential the ratio was reduced, whereas at -0.5 MPa it was increased.

INTRODUCCION

El éxito de los programas de combate de malezas descansa, en gran parte, en el conocimiento que se tenga sobre las características fisiológicas y las respuestas al medio ambiente de la flora que se desea combatir. En varias especies, principalmente de las regiones tropicales, estos factores se desconocen.

La maleza *Rottboellia exaltata* es una especie exótica que se extiende y persiste en importantes áreas productoras de granos básicos, tanto

de Costa Rica como del resto de Centro América. Se considera muy nociva por ser alelopática, tener una producción profusa de propágulos, los cuales germinan gradualmente, y presentar un desarrollo vigoroso conferido por su metabolismo fotosintético C₄.

La germinación gradual de los propágulos o semillas de *R. exaltata* se ha estudiado en función de la luz (Pamplona y Mercado, 1974), la humedad (Thomas, 1973), la aireación (Thomas y Allison, 1975) y la temperatura (Rodríguez y Facundo, 1977). Los estudios han permitido concluir que la exposición de los propágulos a la luz rompe su reposo (Alvarez, 1983), sin embargo, los estudios del efecto de la humedad en el complejo germinación-latencia de esta maleza no han sido concluyentes.

En las regiones tropicales la disponibilidad de humedad juega un papel importante en la distribución y crecimiento de las especies. A pesar

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. San José, San Isidro de Pérez Zeledón.

*** Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

de que el período con disponibilidad de agua es determinante en el crecimiento de muchas plantas tropicales, su efecto sobre las malezas ha sido poco estudiado, no obstante ser evidente su acción sobre la proliferación de tales especies.

Con el funcionamiento del Proyecto de Riego de Moracia, en Guanacaste, la barrera ecológica de la época seca, que frenaba el crecimiento de las gramíneas, desaparecerá, lo cual favorecerá la proliferación de especies como *R. exaltata*, *Cyperus rotundus* y otras malezas de importancia económica relevante; Sánchez (1985), señaló que la mayor abundancia de *R. exaltata* en el trópico húmedo de Costa Rica, en contraste con el seco, se debía a la existencia de un período seco bien diferenciado en la segunda condición, que impedía la producción relativamente continua de propágulos.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de la deficiencia de humedad sobre el complejo germinación-latencia de la *R. exaltata*, bajo condiciones de sequía simulada.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó durante el mes de diciembre y enero de 1984, en el Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), de la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Los propágulos de *R. exaltata* utilizados se colectaron en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Morera, en Alajuela, y se almacenaron en bolsas plásticas durante 8 meses en la oscuridad, a temperatura y humedad ambiente con el fin de eliminar el reposo que exhiben esos propágulos. Antes de aplicar los tratamientos, dichos propágulos fueron sometidos a una radiación de 4,08 Mj/m², que se alcanzó después de exponerlos durante 80 horas a la luz solar. El peso promedio de cada propágulo fue de 0,017 g y el contenido de humedad de 9,87%.

En platos Petri, de 15 cm de diámetro y 2 cm de altura, se colocaron 50 semillas sobre papel de filtro, descansando éste sobre una lámina de algodón estéril de 5 mm de espesor. A cada plato se adicionaron 100 ml de diferente concentración de una solución que induce artificialmente la sequía, producida a partir de polietileno glicol de peso molecular 8000 (PEG-8000), con el fin de obtener el potencial osmótico deseado en cada caso. La base de algodón se utiliza para minimizar

la evaporación y mantener el potencial osmótico de la solución (Hoveland y Buchanan, 1973; Parmar y Moore, 1966).

Las soluciones germinadoras (inductoras de sequía) poseían un potencial osmótico de 0; -0,3; -0,4 y -0,5 MPa; para alcanzar dichos potenciales osmóticos se adicionaron 0, 158, 186 o 210 g de PEG-8000/L de agua destilada. En la determinación de la cantidad de PEG-8000 se consideraron las condiciones existentes en la cámara de germinación.

Los platos Petri se colocaron en bandejas dentro de una cámara de germinación con luz difusa, capaz de mantener una temperatura de 29±1°C y 98% de humedad relativa.

Los 4 tratamientos de tensión hídrica se repitieron 5 veces y se distribuyeron en un diseño irrestricto al azar.

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes: semilla germinada y no germinada, determinada mediante recuentos cada 4 días, durante 20 días (las plántulas se removieron en cada muestreo); relación radícula/plúmula: a 10 plántulas tomadas al azar, provenientes del primer recuento, se les midió la longitud de la radícula y del coleoptilo; viabilidad de la semilla en reposo: las semillas que permanecieron firmes durante el período de evaluación fueron seccionadas longitudinalmente y colocadas durante 16 h en placas Petri con una solución roja de tetrazolio al 0,1%, luego, se evaluaron al estereoscopio, según el criterio de la interpretación establecida para trigo (*Triticum aestivum*) (Grave, 1976).

Durante toda la fase experimental se siguieron las reglas internacionales para ensayos de semillas (ISTA, 1976).

RESULTADOS Y DISCUSION

Cada potencial osmótico provocó un comportamiento diferencial de la germinación de *R. exaltata* (Cuadros 1 y 2).

El menor porcentaje germinación de la semilla de *R. exaltata* se produjo cuando el potencial osmótico de la solución germinadora fue de 0 MPa (Cuadro 1), o sea, en la condición testigo, sin inducción de sequía. A la vez, ese potencial presentó la mayor cantidad de semilla en reposo y muerta (Cuadro 1), mientras que la mayor germinación y la menor cantidad de semilla en reposo se encontró con los potenciales de -0,3 y -0,4

Cuadro 1. Porcentaje acumulado de semillas germinadas (plántulas normales y anormales) y no germinadas (en reposo o muertas), en función del potencial osmótico.

Potencial osmótico (MPa)	Semillas (%)			
	Germinadas		No germinadas	
	Normales	Anormales	En reposo	Muertas
0	62,0 ^b	0,0 ^b	11,6 ^a	26,4
3	86,0 ^a	2,8 ^b	6,4 ^b	4,8
4	89,2 ^a	2,4 ^b	5,6 ^b	2,8
5	80,8 ^a	7,2 ^a	10,4 ^a	1,6

Medias con igual letra, para las columnas, no difieren según la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación acumulada de las semillas de *Rottboellia exaltata* en función del potencial osmótico y de la época de recuento.

Potencial osmótico (MPa)	Epoca de recuento				
	(Días de establecido el experimento)				
	4	8	12	16	20
0	47,2 ^{aB}	61,2 ^{aB}	61,6 ^{aC}	62,0 ^{aC}	62,0 ^{aC}
-0,3	51,6 ^{bA}	81,6 ^{aA}	85,6 ^{aA}	86,0 ^{aA}	86,0 ^{AB}
-0,4	30,4 ^{cB}	76,4 ^{bA}	87,6 ^{aA}	89,2 ^{aA}	89,2 ^{aA}
-0,5	6,0 ^{dC}	46,4 ^{cC}	71,6 ^{bB}	78,0 ^{aB}	80,8 ^{aB}

Medias con igual letra minúscula, para las hileras, y mayúscula, para las columnas, no difieren según la prueba de Tukey al 5%.

MPa. La germinación que sucedió con -0,5 MPa fue intermedia (Cuadro 1), no obstante, con este tratamiento se obtuvo la mayor cantidad de plántulas anormales y una cantidad de semilla en reposo (Cuadro 1) similar al testigo.

En la Figura 1 se puede verificar que los potenciales de 0 y -0,5 MPa redujeron la germinación de semillas de *R. exaltata*, al presentar los mayores porcentajes de propágulos en reposo. Se podría considerar que ambos potenciales (0 y -0,5 MPa), como lo proponen Thomas y Allison (1975), inducen una latencia secundaria para las semillas de *R. exaltata*.

Propágulos en reposo

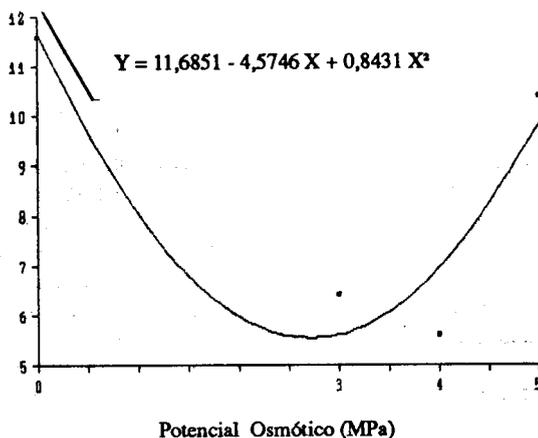


Fig. 1. Porcentaje de semillas latentes de *R. exaltata* en función del potencial osmótico.

Si bien en el caso de 0 MPa no se puede considerar como que la semilla estuvo inmersa en agua, los resultados que se obtuvieron con ese potencial fueron similares a los informados por Thomas y Allison (1975), cuando trabajaron con propágulos de *R. exaltata* previamente inmersos en agua. Estos autores atribuyeron sus resultados a que la cubierta de la semilla se tornó impermeable durante el proceso de inmersión, y sostienen que es poco probable que el resultado se deba a una aireación restringida, puesto que según Major y Robert (1968) el aumento de la tensión de oxígeno tiene poco efecto. Sin embargo, debe considerarse que la acción combinada de la solubilidad y difusibilidad del oxígeno, podría reducir la tasa de difusión de 0,250 ml/cm²/s a 6,7x10⁻⁷ ml/cm²/s (Faeth, 1980), lo cual permite deducir que el exceso de humedad en el sustrato de germinación (0 Mpa) redujo la disponibilidad del oxígeno, necesario para iniciar la germinación o continuar con dicho proceso.

En cuanto a la reducción de la germinación por el potencial osmótico de -0,5 MPa, se puede atribuir, directamente, a la poca disponibilidad de agua para poder iniciar el proceso de la germinación.

El efecto del potencial osmótico sobre la germinación de *R. exaltata* en el tiempo, se presenta en el Cuadro 2.

Con el potencial de 0 MPa no hubo diferencias en la germinación en los diferentes períodos de muestreo; con el de -0,3 MPa las mayores

germinaciones se alcanzaron a partir del segundo recuento, mientras que con $-0,4$ MPa eso sucedió en el tercer recuento y con $-0,5$ MPa, en el cuarto. Estos resultados indican que la semilla de *R. exaltata* germina más rápido y más uniformemente, cuanto mayor disponibilidad de humedad exista. Ante aumentos en la condición de sequía, la germinación se vuelve más escalonada. Esta tendencia puede tener importancia en suelos con altos contenidos de arena, que tienden a secarse fácilmente en la superficie, durante períodos secos, como la canícula (Sánchez, 1985), lo cual provocaría varias generaciones de la maleza y por tanto dificultaría el combate de la misma.

Los potenciales osmóticos extremos que se probaron produjeron un desbalance notorio, e inverso entre ellos, en la relación radícula/plúmula (Figura 2). Mientras que el potencial osmótico de 0 MPa la redujo (0,43), el de 0,5 MPa la incrementó (3,51). Según Kasarjan (1969), cuando existe una amplia disponibilidad de humedad, la porción aérea tiende a un mayor crecimiento, para eliminar el exceso de humedad por medio de la

transpiración; mientras que conforme esa disponibilidad decrece se provoca un mayor crecimiento de la parte radical, con el fin de incrementar la búsqueda de agua. Se estima que el rol principal de los procesos de síntesis son controlados por el sistema radical, las modificaciones que aparecen en condiciones desfavorables no son más que la expresión morfofisiológica de la insuficiencia radical (Kasarjan, 1969).

La semilla que se mantuvo firme y sin germinar, después del período de 20 días, fue mayor en los potenciales de 0 y $-0,5$ MPa, que con los intermedios (Figura 3).

Los resultados de la prueba de tetrazolio sobre los propágulos remanentes no indicaron diferencias para los potenciales osmóticos que se probaron, en cuanto a los propágulos germinables. Sin embargo, para la semilla no germinable se encontró una tendencia a existir en mayor cantidad en los potenciales de 0 y $-0,5$ MPa.

Desde el punto de vista de manejo de *R. exaltata*, los resultados encontrados indican que es factible que se produzca un incremento de la

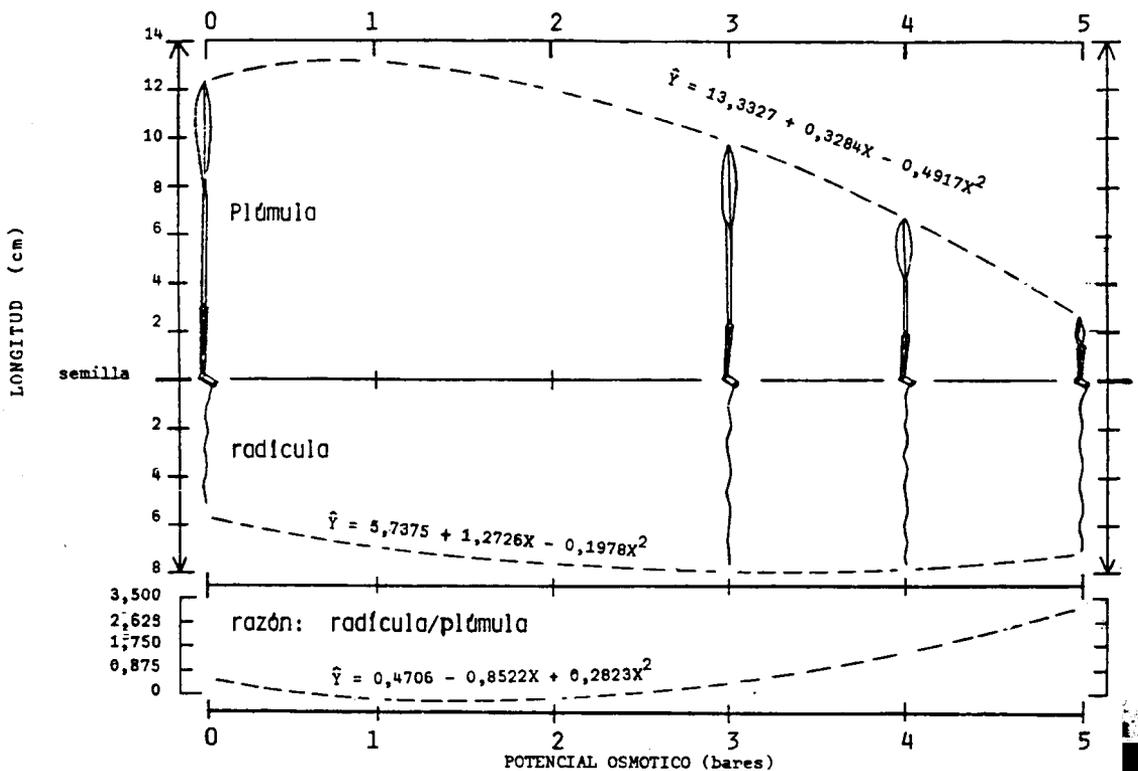


Fig. 2. Longitud promedio de la radícula, y de la plúmula de *R. exaltata* en función del potencial osmótico.

Semilla Firme (%)

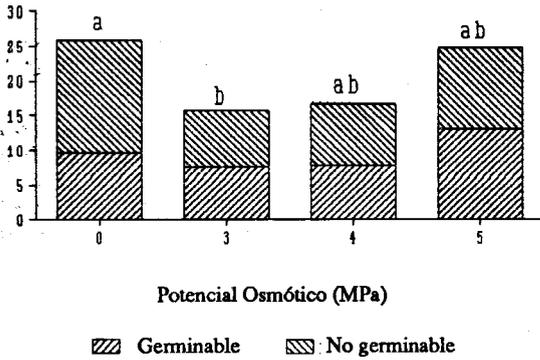


Fig. 3. Semilla firme remanente germinable y no germinable de *R. exaltata*, en función del potencial osmótico, según la prueba de Tetrazolio. Medias con igual letra, para las columnas no difieren según la prueba de Tukey al 5 %.

especie en lotes de regadío localizados en áreas con una época seca definida y prolongada, después de la aplicación del agua. Sin embargo, también indican que, en las áreas infestadas y dedicadas a la producción de arroz (Oriza sativa) de secano, al promoverse el cambio al sistema de arroz anegado, es posible que la población de *R. exaltata* se reduzca, de manera que al rotar la producción bajo aniego por una de riego o secano nuevamente, la población remanente de *R. exaltata* no alcanzará niveles nocivos.

También se puede inferir de los resultados que, para los sistema de siembra bajo irrigación, es necesario, de acuerdo al tipo de suelo, suplir suficiente cantidad de agua para promover la germinación de la maleza, de manera que los sistemas de combate escogidos, resulten eficaces en la contención de la infestación de la misma. Esa previsión es crucial, puesto que de suceder lo contrario, se promoverá la germinación escalonada de la maleza, lo cual determinará que algunas generaciones no puedan ser combatidas con éxito, con lo cual se estaría promoviendo su proliferación durante el ciclo del cultivo.

RESUMEN

Se condujo un experimento en una cámara de germinación con luz difusa, temperatura de $29 \pm 1^\circ\text{C}$ y 98% de humedad relativa, para determinar el

efecto de la sequía simulada sobre la germinación de propágulos de *Rottboellia exaltata* L.

Los propágulos se almacenaron durante 8 meses y fueron sometidos a $4,08 \text{ Mj/cm}^2$ inmediatamente antes de su uso en el experimento.

Se utilizaron soluciones germinadoras con 4 diferentes potenciales osmóticos: 0; -0,3; -0,4 y -0,5 MPa, que se lograron con el uso de polietileno glicol (Peso molecular 8000). El período experimental fue de 20 días, durante los cuales, se hicieron recuentos de los propágulos que germinaron cada 4 días. Al final de ese período, las semillas que se presentaron firmes fueron sometidas a una prueba de viabilidad, con una solución de Tetrazolio al 0,1%.

Se encontró que el incremento en el potencial osmótico de la solución retardó y escalonó la germinación de la *R. exaltata*. Además, los potenciales osmóticos extremos que se probaron (0 y -0,5 MPa), provocaron una reducción en la germinación y un incremento en el porcentaje de semilla en reposo y muerta; también -0,5 MPa provocó una mayor cantidad de plántulas anormales.

La relación radícula/plúmula resultó influenciada por el potencial osmótico de la solución; cuando dicho potencial fue de 0 MPa la relación se redujo, mientras que con -0,5 MPa se incrementó.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la colaboración de los funcionarios del Centro de Investigaciones en Granos y Semillas, de la Universidad de Costa Rica, principalmente la gentileza del Ing. Ramiro Alizaga, M.Sc., y del Lic. Jorge Flores, M.Sc.

LITERATURA CITADA

- FAETH, J.L. 1980. Tecnología de granos y semillas: Germinación. San José, Costa Rica, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 29 p. (mimeografiado)
- GRAVE, D.F. 1976. Manual do teste de tetrazólio em sementes. Trad. por F.F. Rocha. Brasília, D.F., Brasil, AGIPLAN. 85 p.
- HOVELAND, C.S.; BUCHANAN, G.A. 1973. Weed seed germination under simulated drought. Weed Science 21(4):322-324.

- ISTA. INTERNATIONAL SEED TEST ASSOCIATION. 1976. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 1(2):417-425.
- KASARJAN, V.O. 1969. El envejecimiento de los vegetales superiores. Trad. por O. Arias M. San José, Costa Rica, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. p. 1-6.
- MAJOR, W.; ROBERTS, E.H. 1968. Dormancy in cereal seeds. I. The effects of oxygen and respiratory inhibitors. Journal Experimental Botany 19:77-89.
- PAMPLONA, P.P.; MERCADO, B.L. 1974. Dormancy and germination of *Rottboellia exaltata* L. The Philippine Journal of Science 103(4):193-197.
- PARMAR, M.T.; MOORE, R.P. 1966. Effects of simulated drought by polyetylen glycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development. Agronomy Journal 58:391-392.
- 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. 95 p.
- THOMAS, P.E.L. 1973. Studies on *Rottboellia exaltata* (Shamva grass or Guinea fowl grass). Rhodesia Agricultural Journal 70(6):140-142.
- THOMAS, P.E.L.; ALLISON, J.C.S. 1975. Seed dormancy and germination in *Rottboellia exaltata*. Journal Agricultural Science 85(1):129-134.
- VILLIERS, T.A.; WAREING, P.F. 1960. Interaction of growth inhibitor and natural germination stimulator in the dormancy of *Fraxinus excelsior* L. Nature 185(4706):112-114.