

## **Germinación, Emergencia y Crecimiento Temprano de Arroz Rojo y Cuatro Variedades de Arroz**

JAIRO CLAVIJO P.<sup>1</sup> y JOHN B. BAKER<sup>2</sup>

**Resumen.** Varios experimentos fueron realizados con el objeto de estudiar la germinación, emergencia y crecimiento temprano del arroz rojo y cuatro variedades de arroz: Mars, Saturn, Lemont y Bellemont. El arroz rojo presentó un alto porcentaje de germinación y fue mayor que el de Lemont, Mars y Saturn. Sin embargo, cuando se midió el índice de la tasa de germinación (ITG), Saturn fue el más rápido seguido por arroz rojo. Aunque no se presentaron diferencias en el porcentaje de emergencia entre arroz rojo y las variedades, el índice de la tasa de emergencia (ITE) mostró que el arroz rojo emergió primero que las variedades. La longitud de la radícula en el momento de la germinación y la longitud y peso seco de las raíces y tallos a los 10 días después de la emergencia fueron consideradas como características de crecimiento temprano. En todos estos parámetros, el arroz rojo obtuvo los más altos valores y fueron diferentes a los de las variedades. También se calculó la relación tallo/raíz con base en peso seco y se encontró que Saturn reportó la más alta relación seguido por arroz rojo. Estos resultados sugieren que la capacidad de interferencia que tiene el arroz rojo se debe principalmente a la alta velocidad con que germina, emerge y crece en los primeros estados de desarrollo de la planta.

### **GERMINATION, EMERGENCE AND EARLY SEEDLING GROWTH OF RED RICE AND FOUR RICE CULTIVARS**

**Summary.** Germination, emergence and early seedling growth were analyzed for red rice and rice cultivars Mars, Saturn, Lemont and Bellemont. The red rice germination percentage was higher than that of Lemont, Mars and Saturn. However, when the germination rate index (GRI) was analyzed, Saturn had the quickest germination followed by red rice. There were no significant differences between varietal emergence percentages, but differences in the emergence rate index (ERI) of red rice and the four cultivars were significant, indicating that the red rice emerged more quickly. Radicle length at germination and length and dry weight of shoots and roots 10 days after emergence were recorded as characteristics of early seedling growth. In all cases, a significant difference between red rice and the four cultivars was found with red rice showing the highest value. When the shoot/root ratio was calculated on a dry weight basis, Saturn had the highest ratio followed by red rice. These results suggest that the rapid germination and emergence and early growth of both shoots and roots exhibited by red rice may contribute to its competitive ability by enabling it to preempt more resources at early stages of stand development.

<sup>1</sup> Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

<sup>2</sup> Profesor, Dept. of Plant Pathology and Crop Physiology, Louisiana Agricultural Experiment Station, Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge, LA 70803, USA. Aprobado para publicación como manuscrito No. 88-38-2091.

### **INTRODUCCION**

La interferencia entre los cultivos y las malezas puede ocurrir durante la etapa vege-

tativa, la etapa reproductiva o durante todo el período de crecimiento del cultivo. En el caso de interferencia durante la etapa vegetativa, tanto los cultivos como las malezas deben exhibir características tales como rápida emergencia y crecimiento temprano de tallos y raíces, si quieren sobrevivir y establecerse (Glaunier y Holzner, 1982; Harper, 1977; Zimbahl, 1980). Se ha sugerido que la habilidad por competir de una especie es determinada por la cantidad de recursos que pueda tomar al principio de su crecimiento, la velocidad a la cual esos recursos son tomados y la facilidad para explotar el recurso limitativo (Spitters, y van den Bergh, 1982).

Ciertas características de las plantas se asocian con características para competir tales como semillas grandes, germinación y emergencia rápida, crecimiento rápido de tallos y raíces, abundante macollamiento, hojas grandes y una etapa vegetativa corta. La mayoría de estas características han sido estudiadas en varios cultivos y malezas (Patterson, 1985 y Zimbahl, 1980). La habilidad de ciertos híbridos y líneas de sorgo para interferir con las malezas ha sido correlacionada con características de la plántula. Se concluyó que la ventaja del sorgo para interferir con las malezas se debía a su rápida germinación y emergencia y a la gran velocidad de crecimiento de sus tallos y raíces durante los primeros días de su desarrollo (Güneyli, Burnside y Nordquist, 1969).

La plasticidad genotípica y fenotípica también juega un papel importante en la interferencia. En un estudio con 25 variedades de arroz de diferentes hábitos de crecimiento se concluyó que la competencia intra-específica, la competencia con malezas y la densidad de siembra se correlacionaron entre sí sugiriendo que estas características estarían controladas por los mismos factores genéticos. Los caracteres más sobresalientes fueron: vigor vegetativo, gran área foliar, mayor altura de planta y una alta tasa de absorción de nitrógeno en las primeras etapas del desarrollo (Kawano, González y Lucena, 1974).

La mayoría de los estudios de Competencia entre variedades de arroz y malezas son reportados por Zimbahl (1980). Por su parte, el arroz rojo ha sido señalado como una

maleza importante en el cultivo del arroz y muchas de sus características morfológicas se relacionan con su habilidad para competir (Baker y Sonnier, 1983; Craigmiles, 1978). Las principales diferencias morfológicas y de crecimiento entre algunos biotipos de arroz rojo también han sido estudiadas (Diarra, Smith y Talbert, 1985). Sin embargo, pocas investigaciones se han centrado en el estudio de las características de la plántula como un criterio para evaluar su capacidad de interferencia. El objetivo del presente estudio fue el de analizar y comparar la germinación, emergencia y crecimiento temprano del arroz rojo y cuatro variedades de arroz para establecer las ventajas morfológicas y fisiológicas asociadas con la competitividad del arroz rojo en la etapa de plántula.

## MATERIALES Y METODOS

Las semillas de arroz rojo fueron cosechadas manualmente de plantas individuales y secadas a 20°C para bajar su contenido de humedad del 22 al 11 por ciento. Posteriormente fueron limpiadas y almacenadas por cuatro semanas en la oscuridad a 30°C. Este procedimiento liberó la semilla dormante y se obtuvo un promedio de germinación del 96 por ciento (Cohn y Huges, 1981).

Las cuatro variedades de arroz fueron seleccionadas teniendo en cuenta sus características morfofisiológicas y de competencia. Así, Lemont y Bellemont fueron escogidas por su alto rendimiento, resistencia al vuelco, corta estatura y hojas erectas. Mars y Saturn se seleccionaron por su alto vigor de plántula, buen rendimiento, alta estatura y una gran capacidad para macollar. El arroz rojo utilizado se caracterizó por su alta estatura, gran profusión de macollas y facilidad para desgranarse.

Se calculó el índice de semilla tanto para el arroz rojo como para las variedades con el objeto de conocer el peso de las semillas utilizadas. Para este efecto, se seleccionaron y pesaron al azar 100 semillas de cada variedad y de la maleza. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos replicaciones y los resultados se expresaron en g/100 semillas.

Las pruebas de germinación se llevaron a

cabo en cajas de petri usando dos capas de papel de germinación y 10 ml de agua destilada. Las cajas se colocaron en un incubador a 30°C por siete días en la oscuridad. Se consideraron semillas germinadas aquellas que tenían una plúmula de un cm. La germinación se contó cada día y se expresó en porcentaje o como índice de tasa de germinación (ITG), el cual representó una medida del tiempo gastado por las semillas para germinar. El ITG fue calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{ITG} = (G_1/T_1 + G_2/T_2 + \dots + G_n/T_n) / \%G$$

donde:  $G_1$  = porcentaje de semillas germinadas en  $T_1$ .

$G_2$  = porcentaje de semillas germinadas entre  $T_1$  y  $T_2$ .

$G_n$  = porcentaje de semillas germinadas al final.

$T_1$  = días al primer conteo.

$T_2$  = días al segundo conteo.

$T_n$  = días al conteo final.

$\%G$  = porcentaje total de germinación.

Un diseño completamente al azar con cuatro replicaciones fue usado y los promedios fueron separados de acuerdo a la MDS de Fisher. La longitud de la radícula al momento de la germinación se consideró como una característica indicativa del vigor temprano.

Las pruebas de emergencia y crecimiento temprano fueron conducidas durante 10 días en una cámara de crecimiento a 30°C. Las semillas fueron colocadas a chorrillo en hileras espaciadas cinco cm y a 2,5 cm de profundidad. Se utilizaron unas cajas plásticas de 30 x 25 x 10 cm y el sustrato fue arena. Aquellas plántulas que salían a una altura de un cm se consideraban emergidas y se contaban diariamente. La emergencia se expresó en porcentaje y como índice de la tasa de emergencia (ITE), el cual se calculó de la misma forma que el ITG. Se usó un diseño de bloques al azar con tres replicaciones y los promedios se separaron de acuerdo a la

MDS de Fisher.

El crecimiento temprano se determinó midiendo la longitud de los tallos y raíces, el peso seco de los mismos y calculando la relación tallo/raíz a los 10 días después de la emergencia. En todos los casos, las plántulas se sacaron de la arena, se lavaron, se secaron al horno y se pesaron. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres replicaciones y los promedios se separaron de acuerdo a la MDS de Fisher.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Índice de semillas.** El análisis del índice de semilla demostró que las semillas de arroz rojo fueron significativamente más pesadas que las de las variedades (Cuadro 1). Se ha comprobado que entre más grandes y mayor peso tengan las semillas, las reservas energéticas y de minerales son mayores, y por lo tanto, soportan mejor los procesos de germinación y emergencia, los cuales presentan altas tasas de respiración. Así, entre más pesada sea la semilla, se espera una germinación más vigorosa. Esto le da a la plántula una oportunidad de expandir rápidamente su sistema radical y explotar mejor los recursos disponibles en el medio (Radosevich y Holt, 1984; Spitters y van den Bergh, 1982).

**Germinación.** El porcentaje de germinación de arroz rojo fue el más alto y diferente del de Lemont, Mars y Saturn. No se encontraron diferencias significativas entre arroz rojo y Bellemont, o entre las cuatro variedades (Cuadro 1). El ITG indicó que Saturn germinó más rápido y fue diferente del resto. No se encontraron diferencias significativas entre arroz rojo, Mars y Bellemont (Cuadro 1). Se ha indicado que la cantidad y la velocidad son los parámetros más apropiados para analizar un proceso (Patterson, 1985). En este caso, el arroz rojo mostró el más alto porcentaje de germinación y un valor intermedio en cuanto a la velocidad de germinación. La rápida germinación es definitivamente un atributo de habilidad para competir (Radosevich y Holt, 1984).

**Emergencia.** No se encontraron diferencias significativas entre arroz rojo y las cuatro variedades en cuanto a porcentaje de emer-

**Cuadro 1.** Germinación y emergencia de arroz rojo y cuatro variedades de arroz<sup>a</sup>.

Arroz rojo o variedad	Peso de la Semilla (g/100 semillas)	Germinación (%o)	Índice de la tasa de germinación	Longitud de la radícula <sup>b</sup> (cm)	Emergencia (%o)	Índice de la tasa de emergencia
Arroz rojo	3,26a	100,0a	25,0b	5,9a	100,0a	22,6a
Lemont	2,76b	88,4b	22,0c	5,3ab	89,2a	19,1b
Mars	2,52c	87,5b	25,8b	4,6bc	92,5a	19,3b
Saturn	2,40d	81,7b	28,1a	4,3c	90,8a	20,1b
Bellemont	2,33e	90,8ab	24,4b	4,2c	90,0a	19,4b

<sup>a</sup> Promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes con  $P > 0,05$ .

<sup>b</sup> Tomada en el momento de la germinación.

**Cuadro 2.** Crecimiento de la planta de arroz rojo y cuatro variedades de arroz a los 10 días después de la emergencia<sup>a</sup>.

Arroz rojo o cultivar	Longitud (cm)		Peso seco (mg)		Relación T/R <sup>b</sup>
	Tallo	Raíz	Tallo	Raíz	
Arroz rojo	14,0a	6,2a	9,8a	6,5a	1,52b
Lemont	8,7c	3,8c	6,8bc	5,5b	1,25c
Mars	10,1b	4,4b	5,9c	5,0bc	1,19c
Saturn	10,0b	4,3bc	7,1b	4,2c	1,71a
Bellemont	7,8d	3,2d	6,2bc	4,7bc	1,34c

<sup>a</sup> Promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes con  $P > 0,05$ .

<sup>b</sup> Relación tallo/raíz en peso seco.

gencia se refiere. Sin embargo, el ITE mostró diferencias significativas entre arroz rojo y las variedades. El arroz rojo emergió más rápidamente (Cuadro 1). La mayor ventaja de una mezcla resultaría de combinar una rápida emergencia (Radosevich y Holt, 1984) y un gran número de plantas al inicio del cultivo (Spitters y van den Bergh, 1982). Una planta que emerge primero tiene la oportunidad de utilizar una mejor calidad de los recursos por más tiempo y por lo tanto puede crecer más rápidamente (Glaunier y Holzner, 1982).

**Crecimiento temprano.** Aunque la radícula del arroz rojo fue la más larga al momento de la germinación, éste valor no fue diferente del de Lemont (Cuadro 1). Existieron diferencias significativas entre arroz rojo y

Mars, Saturn y Bellemont. Se ha comprobado que la raíz crece primero que la plúmula cuando el arroz está enterrado (Radosevich y Holt, 1984) y que la competencia en el suelo por agua y nutrientes puede empezar primero que la competencia aérea (Harper, 1977). Por consiguiente, el éxito de una plántula para sobrevivir depende de la habilidad de su raíz para crecer rápidamente y expandirse con el objeto de explotar mejor los recursos (Glaunier y Holzner, 1982; Harper, 1977).

Se encontró diferencia significativa entre arroz rojo y las cuatro variedades cuando la longitud del tallo y las raíces fue medida a los 10 días después de la emergencia. El arroz rojo presentó la mayor longitud tanto de raíces como tallos mientras que la varie-

dad Bellemont obtuvo los menores valores (Cuadro 2). Una situación similar se observó con respecto a la materia seca de tallos y raíces medidos 10 días después de la emergencia. En ambos casos el arroz rojo exhibió el mayor valor (Cuadro 2). En un estudio realizado con ocho variedades de arroz seco no se demostró que el vigor de la plántula se correlacionó positivamente con el peso seco y la tasa de crecimiento de la misma (Chauhan, Gupta y O'Toole, 1985).

En el Cuadro 2 también se reportan los resultados de la relación tallo/raíz con base en peso seco. La más alta relación es la de la variedad Saturn seguida por arroz rojo y luego las otras tres variedades. Una alta relación tallo/raíz puede indicar dos cosas: primero, una inhabilidad de la planta para usar eficientemente la luz en fotosíntesis y así ubicar más asimilados en sus raíces resultando en una desventaja para la competencia radical y segunda, la presencia de un eficiente sistema radical el cual suministra adecuadas cantidades de agua y nutrientes a los tallos los cuales crecen rápidamente y capturan más luz (Holt y Radosevich, 1983).

Guneyli *et al.* (1969) mostraron que la habilidad competitiva del sorgo se correlacionó altamente con el índice de la tasa de germinación y concluyeron que este índice debería ser tenido en cuenta para describir competitividad en otros cultivos y malezas. También se ha reportado que el arroz rojo germina y emerge más rápidamente de diferentes profundidades del suelo que algunas de las variedades de arroz (Diarra, Smith y Talbert, 1985; Helpert y Eastin, 1978). Kawano *et al.* (1974) encontraron que el peso de la planta en las etapas tempranas de crecimiento se relacionó significativamente con la habilidad competitiva de 25 variedades de arroz.

Los resultados del presente estudio sugieren que existen diferencias entre las tasas de germinación, emergencia y crecimiento temprano de tallos y raíces entre arroz rojo y las variedades de arroz. Estas características contribuyen a la habilidad de interferencia del arroz rojo.

## LITERATURA CITADA

1. Baker, J.B. y E.A. Sonnier. 1983. Red rice and its control. Pages 327-333 in IRR1-IWSS, Proc. Conf. on Weed Control in Rice IRR1. Los Baños, Laguna, Philippines.
2. Cohn, M.A. y J.A. Hughes. 1981. Seed dormancy in red rice. I. Effect of temperature on dry-afterripening. *Weed Sci.* 29: 402-404.
3. Chauhan, V., P. Gupta y J. O'Toole. 1985. Relation of seedling vigor to stand establishment in some upland rice genotypes. *IRRI Newsletter* 10(6):15.
4. Craigmiles, J.P. 1978. Introduction. Pages 5-6 in E.F. Eastin, ed. Red rice: Research and control. Texas Agric. Exp. Stn. Bull. B-1270.
5. Diarra, A., R.J. Smith, Jr., y R.E. Talbert. 1985. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa*) biotypes. *Weed Sci.* 33: 310-314.
6. Evetts, L.L. y O.C. Burnside. 1972. Germination and seedling development of common milkweed and other species. *Weed Sci.* 20: 371-378.
7. Glaunier, J. y W. Holzner. 1982. Interference between weeds and crops: A review of literature. Pages 149-159 in W. Holzner and N. Numata, eds. *Biology and ecology of weeds*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
8. Guneyli, E., O.C. Burnside, y P.T. Nordquist. 1969. Influence of seedling characteristics on weed competitive ability of sorghum hybrids and inbred lines. *Crop Sci.* 9: 713-716.
9. Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press London.
10. Helpert, C.W. y E.F. Eastin. 1978. Basic red rice research in Texas. Pages 27-29 in E.F. Eastin, ed. Red rice: Research and control. Texas Agric. Exp. Stn. Bull. B-1270.
11. Holt, J. y R.S. Radosevich. 1983. Differential growth of two common groundsel (*Senecio vulgaris*) biotypes. *Weed Sci.* 31: 112-120.
12. Kawano, K., H. González y M. Lucena. 1974. Intraspecific competition, competition with weeds, and spacing response in rice. *Crop Sci.* 14: 841-845.
13. Patterson, D.T. 1985. Comparative ecophysiology of weeds and crops. Pages 102-124 in S. Duke, ed. *Weed physiology*. Vol. 1. Reproduction and ecophysiology. CRC Press, Florida.
14. Radosevich, R.S. y J. Holt. 1984. *Weed ecology*. Implications for vegetation management. John Wiley and Sons, New York.
15. Spitters, C.J. y J.P. van den Bergh. 1982. Competition between crops and weeds: A system approach. Pages 149-159 in W. Holzner and N. Numata, eds. *Biology and ecology of weeds*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
16. Zimdahl, R.L. 1980. *Weed-crop competition: A review*. IPPC, Oregon State University. 195 p.