

ESTUDIO DE DIFERENTES MANEJOS DE AGUA EN EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) Y SU INFLUENCIA SOBRE LA GERMINACION, LA MASA SECA, LA ALTURA DE LA PLANTA Y EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA

R. Polón✉

ABSTRACT. This experiment was conducted on a ferruginous Nodular Gley Hydromorphic soil from “Los Palacios” Rice Research Station, using 1 x 1 m pots within 2000-2001 poorly-rainy and 2001 rainy seasons. INCA LP-2 variety was studied in a randomized complete design with four treatments and four replicates, which were from flooding for 48 hours up to soil field capacity; the highest germination percentage from 96 to 100 % was recorded with soil field capacity, these values corresponding to the biggest agricultural yields obtained.

Key words: rice, *Oryza sativa*, irrigation, waterlogging

INTRODUCCIÓN

La falta de nivelación unida a otros factores hacen que en los campos arroceros la germinación no sea uniforme, quedando como consecuencia las áreas despo-ladas que afectan finalmente los rendimientos agrícolas.

La obtención de altos rendimientos agrícolas está directamente vinculada a la garantía de contar con una óptima población de plantas y estas, a su vez, están íntimamente relacionadas con las condiciones antes mencionadas, lo que permite una eficiencia y uniforme germinación de la semilla en todo el campo, dada por la ejecución rápida del primer riego (1, 2, 3), lo que reduce el tiempo de permanencia de la semilla bajo la lámina de agua (3, 4).

Se fundamenta por varias instituciones científicas (4, 5) el hecho de que bajo la inundación se crean condiciones anaeróbicas, que influyen desfavorablemente en el desarrollo de los órganos vegetativos de las plantas de arroz; además, atestiguan que la inundación en la etapa de germinación es perjudicial, mientras que la mayor capacidad germinativa se expresa manteniendo el suelo en una humedad entre el 70-90 % de la capacidad de campo.

Dr.C. R. Polón, Investigador Auxiliar de la Estación Experimental de Arroz “Los Palacios”, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ rpolon@inca.edu.cu

RESUMEN. El experimento se condujo en la Estación Experimental de Arroz “Los Palacios”, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular ferruginoso, en macetas con dimensiones de 1.0 x 1.0 m durante las épocas poco lluviosa del 2000-2001 y lluviosa del 2001. Se sembró la variedad comercial INCA LP-2. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y cuatro réplicas que fueron desde: aniego durante 48 horas hasta suelo a capacidad de campo, permitiendo la variante suelo a capacidad de campo, el mayor porcentaje desde un 96 hasta un 100 % de germinación, correspondiendo estos valores a los mayores rendimientos agrícolas obtenidos.

Palabras clave: arroz, *Oryza sativa*, riego, anegamiento

Teniendo en cuenta la problemática planteada anteriormente, el trabajo se desarrolló con el objetivo de conocer la influencia de diferentes manejos del agua en la germinación, la masa seca, la altura de la planta y el rendimiento agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo en la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, situada al suroeste de la provincia de Pinar del Río, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular ferruginoso (6).

El estudio se desarrolló durante los períodos poco lluvioso 2000-2001 (enero, febrero y marzo) y lluvioso 2001 (abril, mayo y junio), empleándose la variedad de ciclo medio INCA LP-2. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro réplicas y cuatro tratamientos, realizándose el análisis de varianza simple empleando la Dócima de Rangos Múltiple de Duncan ($p \leq 0.05$) cuando existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Para el estudio se utilizaron macetas con un área de 1 m², en las que se sembraron 100 semillas. La fertilización y el control fitosanitario se efectuaron según las recomendaciones de los instructivos técnicos del cultivo (1,7); solo varió el manejo del agua según el tratamiento estudiado.

Los tratamientos utilizados fueron:

- T₁: aniego durante 48 horas con semillas sin remojar y luego desaguar (control)
 T₂: aniego el día de la siembra durante 24 horas con semillas remojadas y luego desaguar
 T₃: pase de agua ligero con semillas remojadas con el suelo a capacidad de campo (Cc)
 T₄: pase de agua ligero con semillas remojadas con el suelo saturado (Ss).

Finalmente se estableció una lámina de agua de 5 cm, uniformando todos los tratamientos en estudio hasta la suspensión definitiva del riego para la cosecha.

Determinaciones o mediciones:

- ⊕ porcentaje de germinación (%) transcurridos 20 días de iniciado el primer riego, que se realizó lanzando al azar un marco de 0.1 m² contando las plántulas en su interior
- ⊕ masa seca de las plantas (g) a los 30 días después de la germinación
- ⊕ altura de las plantas (cm) a los 30 días después de la germinación
- ⊕ rendimiento agrícola (t.ha⁻¹) en un área de 20 m².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de germinación para los períodos poco lluvioso (enero, febrero y marzo 2000-2001) y lluvioso (abril, mayo y junio 2001) reflejó diferencias significativas ($p \leq 0.05$), al compararse cuatro manejos de agua que fueron desde aniego durante 48 horas (después desagüe) hasta suelo a capacidad de campo (Tabla I). Cuando la lámina de agua (5 cm) se mantuvo 48 horas y después se realizó el desagüe, la germinación alcanzó valores entre 89 y 94 %, obteniéndose los mayores valores en el período lluvioso, mientras que el manejo de agua con pases de agua manteniendo el suelo a capacidad de campo, el porcentaje de germinación osciló entre 96 y 100 %, lográndose los más altos porcentajes en el período lluvioso y siempre superior al control.

Tabla I. Porcentaje de germinación en las épocas poco lluviosa y lluviosa

Tratamientos	Período poco lluvioso 2000-2001			Período lluvioso 2001		
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T ₁	90 b	90 b	90 b	89 b	93 b	94 b
T ₂	89 b	88 b	88 b	89 b	93 b	94 b
T ₃	96 a	97a	97 a	100 a	100 a	100 a
T ₄	95 a	95 a	97 a	100 a	100 a	100a
ES	1.66**	1.70**	1.68**	1.67**	1.69**	1.68**

Medias con letras en común no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5 %

Que se haya alcanzado mayor porcentaje de germinación en las variantes con suelo saturado y a capacidad de campo, respecto a la permanencia de la lámina de agua durante 48 horas, pudo atribuirse entre otros factores a la no presencia de una lámina de agua permanente sobre el suelo, lo que permitió una mayor y mejor

actividad de la enzima catalasa, incorporando mayor cantidad de oxígeno al medio por la no presencia de una lámina de agua por determinado tiempo, permitiendo esto un mayor desarrollo de la plúmula (coleóptilo), dando como resultado final un mayor porcentaje de germinación; por el contrario, en presencia de una lámina de agua por determinado tiempo, la actividad de la catalasa se hace nula y la semilla absorbe una cantidad de agua superior a la necesaria trayendo como consecuencia al final una reducción en el porcentaje de germinación. Similares resultados fueron informados anteriormente (2, 3, 8, 9).

Para el indicador fisiológico del crecimiento de la masa seca que aparece en la Tabla II, se puede observar que para el período poco lluvioso 2000-2001 (enero, febrero, marzo) y el lluvioso 2001 (abril, mayo y junio), el mejor tratamiento de todos fue en el que se practicó pase de agua ligero con semilla remojada (suelo saturado), siguiéndolo en orden los tratamientos 3 y 2, los que superaron significativamente al testigo, que es el peor de todos. Esta respuesta pudo estar dada entre otras causas por una mayor concentración de oxígeno en el medio con los sucesivos pases de agua respecto al testigo con aniego durante 48 horas (posteriormente se estableció una lámina de agua permanente) y sin más oxigenación del medio por concepto de pases de agua, reduciéndose además la absorción de nutrientes por las plantas; resultados similares fueron informados por varios investigadores (9, 10, 11), al sustentar el criterio de que para el arroz de aniego, en la medida en que se incrementa la concentración de oxígeno en el suelo, que puede estar dado por los pases de agua y otros factores hidromeliorativos, la planta responde produciendo más masa seca infiriendo esto una mayor actividad fotosintética.

Tabla II. Masa seca de plantas a los 30 días después de la germinación (g)

Tratamientos	Período poco lluvioso 2000-2001			Período lluvioso 2001		
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T ₁	0.50 c	0.53 c	0.56 c	0.40 c	0.43 c	0.46c
T ₂	0.63 b	0.66 b	0.69 b	0.49 b	0.52 b	0.56 b
T ₃	0.68 b	0.70 b	0.68 b	0.48 b	0.53 b	0.55 b
T ₄	0.70 a	0.77 a	0.80 a	0.58 a	0.62 a	0.70 a
ES	0.045**	0.043**	0.040**	0.049**	0.047**	0.044**

En cuanto a la altura de las plantas a los 30 días después de la germinación, como se refleja en la Tabla III, esta presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, aumentando progresivamente hasta los tratamientos 3 y 4; tanto para el período poco lluvioso como para el lluvioso, la mejor respuesta de forma significativa estuvo a favor de los tratamientos ya mencionados, siendo el mejor de todos el tratamiento 4 con pase de agua ligero con semilla remojada (suelo saturado), siguiéndolo el tratamiento 3 con pase de agua ligero con semilla sin remojar (suelo a capacidad de campo); esto podría atribuirse a la ausencia de la lámina de aniego y por practicarse pases de agua sucesivos, permitiendo mantener un mayor nivel de oxígeno en el suelo así como un

régimen más favorable de temperatura, provocando un incremento en su desarrollo (altura) respecto al resto de los tratamientos antes establecidos. Resultados acordes con estos han sido presentados anteriormente (12, 13).

Tabla III. Altura de las plantas a los 30 días después de la germinación (cm)

Tratamientos	Período poco lluvioso 2000-2001			Período lluvioso 2001		
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T ₁	20 c	22 c	21 c	23 b	24 b	26 c
T ₂	26 b	28 b	29 b	22 b	34 a	34 b
T ₃	35 a	39 a	30 b	34 a	33 a	34 a
T ₄	36 a	38 a	39 a	34 a	35 a	35 a
ES	0.82*	0.85*	0.84*	0.87*	0.89*	0.91*

Medias con letra en común no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5 %

Durante el período poco lluvioso (2000-2001), el rendimiento agrícola (Tabla IV) se comportó significativamente superior en los tratamientos (3 y 4) de pase de agua ligero con semillas remojadas con el suelo a la capacidad de campo y pase de agua ligero con semillas remojadas con el suelo saturado respectivamente, siendo los mejores del estudio, y los peores, los correspondientes a los tratamientos (1 y 2) de aniego durante 48 horas con semillas sin mejorar y luego desaguar (control), y aniego el día de la siembra durante 24 horas con semillas remojadas y luego desaguar. Para el período poco lluvioso 2001, los tratamientos presentaron igual comportamiento estadístico al período poco lluvioso 2000-2001, siendo 3 y 4 los mejores tratamientos, y los peores 1 y 2, en donde se alcanzaron los más bajos rendimientos agrícolas para los dos períodos estudiados. La superioridad del rendimiento en los tratamientos 3 y 4 respecto al 1 y 2 se pudiera atribuir entre otras causas a la mayor población (porcentaje de germinación) en los tratamientos primeros (3 y 4) respecto a los segundos (1 y 2), como se ilustra en la Tabla I, ya que hay estudios que confirman que en la medida que aumenta el porcentaje de germinación (población en el campo) así lo hará también el rendimiento agrícola en el cultivo del arroz (14, 15, 16).

Tabla IV. Rendimiento agrícola t.ha⁻¹ al 14 % de humedad

Tratamientos	Período poco lluvioso 2000-2001			Período lluvioso 2001		
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T ₁	3.84 b	3.71 b	3.65 b	2.61 b	2.55 b	2.41 b
T ₂	3.85 b	3.70 b	3.70 b	2.66 b	2.58 b	2.46 b
T ₃	4.56 a	4.66 a	4.75 a	3.68 a	3.70 a	3.90 a
T ₄	4.78 a	4.69 a	4.78 a	3.75 a	3.80 a	3.95 a
ES	0.026**	0.023**	0.021**	0.019**	0.020**	0.019**

Al practicarse diferentes manejos del agua en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, se observó un mayor porcentaje de germinación en la medida en que se hicieron pases sucesivos de agua, respecto a los trata-

mientos en que no se practicaron estos pases de agua; de igual forma se comportó la formación de masa seca y la altura en las plantas que correspondieron a los tratamientos que mayor disponibilidad de oxígeno tuvieron en el suelo. El rendimiento agrícola siempre fue superior en los tratamientos en que se practicaron los pases de agua sucesivos, que se correspondieron con los de mayor porcentaje de germinación alcanzados.

REFERENCIAS

1. Cuba. MINAGRI. Instructivos técnicos del arroz, 2005, 14 p.
2. Saitsev, I. B. Norma mínima de riego para garantizar una óptima germinación de la semilla de arroz. *Obras Hidrotécnicas en el Cultivo del Arroz*, 2002, vol. 1, no. 2, p. 23-24.
3. Polón, R. y Pardo, A. Tiempo de realización del primer riego para la germinación de la semilla de arroz. *Cultivos Tropicales*, 1980, vol. 1, no. 2, p. 16-18.
4. Popov, B. A. Algunas consideraciones sobre el consumo de agua a partir de los primeros riegos en el cultivo del arroz. *Obras Hidrotécnicas en el Cultivo del Arroz*, 2002, vol. 3, no.1, p. 7-9.
5. International Rice Research Institute. Annual Report. IRRI. Los Baños, Lagunas, 2005. 90 p.
6. Cuba. MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. MINAGRI, 1999. p. 64.
7. Cuba. MINAGRI. Instructivos técnicos del arroz. 2005, p. 11-12.
8. Pedrosa, A. Pruebas de germinación de semillas bajo diferentes condiciones de régimen hídrico en el suelo. *Arroz en las Américas*, 2003, vol. 3, no. 3, p. 10-11.
9. Barbier, J. M.; Mouret, J. C. Germination and crop establishment problems in direct seeded rice. 2003. 13 p.
10. Esmetanin, B. Fisiología de germinación en semillas de cereales. *Fisiología*. 2003. 130 p.
11. Parao, A. Desarrollo del cultivo del arroz bajo diferentes ecosistemas de riego. *Arroz en Las Américas*, 2002, vol. 2, p. 23-24.
12. Saitsev, I. B. Algunas consideraciones para el manejo del agua para variedades de ciclo medio. *Obras Hidrotécnicas en el Cultivo del Arroz*, 2004, vol. 3, no. 2, p. 36-38.
13. Ignatienko, Y. Efecto del exceso de agua en la germinación y en desarrollo del cultivo del arroz en la fase de plántula. *Obras hidrotécnicas en el cultivo del arroz*, 2003, vol. 1, no.1, p. 6-8.
14. Mauret, J. C. Efecto del peróxido de calcio y otros productos sobre la germinación de la semilla de arroz. En: Memoria Ingeniera D.P.E. ENSAM, 1999. p. 15-18.
15. Cuba, MINAGRI. Instructivos técnicos del arroz. 2003, p. 16-20.
16. Saitsev, I. B. Algunas consideraciones para el manejo del agua en sistema de riego ingeniero con variedades de ciclo corto. *Obras Hidrotécnicas en el Cultivo del arroz*, 2004, vol. 1, no.1, p. 26-29.

Recibido: 1 de noviembre de 2006

Aceptado: 6 de julio de 2007