



Evaluación de láminas de riego para el cultivo de arroz

Evaluation of sheets of irrigation for rice cultivation

Aldo Loqui S.

Aslam Díaz C.

Marcelo Zambrano

Fecha de recepción: 5 de Diciembre del 2017

Fecha de aceptación: 29 de Diciembre del 2017

Evaluación de láminas de riego para el cultivo de arroz

Evaluation of sheets of irrigation for rice cultivation

Aldo Loqui S.¹, Aslam Díaz C.², y Marcelo Zambrano³

Como citar: Loqui, A., Díaz, A., Zambrano, M., (2018). Evaluación de láminas de riego para el cultivo de arroz, *Revista Universidad de Guayaquil*, 127(2), 10-18. DOI: <https://doi.org/10.53591/rug.v127i2.602>

RESUMEN

Es objetivo del estudio determinar el comportamiento de indicadores productivos del cultivo de arroz, con el uso de diferentes láminas de riego. El trabajo se realizó en La Victoria, Salitre, Guayas, Ecuador. Se utilizó la variedad de arroz INIAP-12, en parcelas de 80 m², con riego cada 15 días y 90 kg de urea/ha (15 y 30 días). Diseño de bloques al azar, tres grupos (5; 10 y 15 cm de lámina de riego), 3 réplicas/grupo y 12 parcelas. Se compararon: hijos/planta/m²; altura de plantas; plantas con crecimiento caído; panículas/m²; semillas llenas; peso de 1000 semillas/m²; producción de semillas con 14% de humedad y viabilidad económica. Como resultados se obtuvo un mayor número de hijos por planta (424 ±42 hijos/m²); panículas (413.50 ±12/m²); semillas llenas (92 ±7%); mayor peso de las semillas (29.75 ±5 g/1000 semillas/m²); más semillas por ha (84.15 ±7 kg/ha); menor altura de las plantas (99.25 ±2 cm); plantas con crecimiento caído (10 ±2%); relación beneficio costo (2.94) y costo por kg (\$ 0.06) se obtuvieron con 5 cm de lámina de riego. La lámina de riego de 15 cm produjo los peores indicadores productivos y la menor utilidad económica. Como conclusiones destacan los mejores indicadores productivos del cultivo de arroz obtenidos con 5 cm de lámina de riego. La viabilidad fue favorable en todos los casos, pero los mejores resultados económicos se obtuvieron en la lámina de riego de 5 cm. No se recomienda sostener una inundación de 15 cm de lámina de riego en el cultivo de arroz.

¹ Magister en Riesgo y Drenaje, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: aldo.loquis@ug.edu.ec

² PhD, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: aslamdiazcastillo@hotmail.com

³ Magister Sc., Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: revistaug@ug.edu.ec

Palabras clave: láminas de riego, arroz, cultivo del arroz, indicadores productivos, riego del arroz

ABSTRACT

Aims of the study determine the behavior of productive indicators of rice, with the use of different irrigation depths. The work was carried out in La Victoria, saltpeter, Guayas, Ecuador. The variety of rice INIAP-12, in pitches of 80 m², with irrigation every 15 days and 90 kg of urea was used / has (15-30 days). Design of blocks at random, three groups (5, 10 and 15 cm of irrigation), 3 replicas/group and 12 plots. Were compared: children/plant/m²; height of plants; plants with fallen growth; panicle/m²; filled seeds; weight of 1000 seeds/m²; production of seeds with 14% moisture and economic viability. As a result was a greater number of children per plant (424 ±42 children/m²); panicles (413.50±12/m²); filled seeds (92.7%); higher seed weight (29.75 ±5 g/1000 seeds/m²); more seeds by has (84.15 7 kg / has); lower plant height (99.25 ±2 cm); plants with growth fallen (10 ±2%); (10 ±2%); cost (2.94) benefit and cost per kg (\$ 0.06) were obtained with 5 cm of irrigation. Irrigation of 15 cm produced the worst production indicators and less economic utility. As conclusions emphasize the best productive indicators of rice obtained with 5 cm of irrigation. The feasibility was favorable in all cases, but the best economic results were obtained in irrigation of 5 cm. He is not recommended to hold a flood of 15 cm of irrigation in rice cultivation.

Keywords: blades irrigation, rice, production indicators

INTRODUCCIÓN

La optimización del uso del agua en el riego del arroz (*Oryza sativa L.*) es una prioridad, para la preservación de los recursos hídricos. Es preciso trabajar en función de lograr una lámina de agua que garantice la saturación del suelo, como alternativa de manejo sustentable del cultivo (Campos *et al.* 2015). El objetivo del presente trabajo es determinar el comportamiento de los indicadores productivos del cultivo de arroz, con el uso de diferentes láminas de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en “La Victoria”, Municipio Salitre, provincia Guayas, República de Ecuador, a 01°49’43’’ latitud sur y 79°58’47’’ latitud oeste, 9 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio anual del sitio es de 25.90 °C, la humedad relativa del 80%, la precipitación, promedio anual, es de 1006.90 mm, con una heliofanía anual de 886 horas.

El balance hídrico se realizó, a partir de los datos de la Estación Meteorológica de Daule (INAMHI, 2013). Se calculó la evotranspiración (ET_o) por el método de Penman–Monteith (1956) en: FAO (1988), con los coeficientes (K_c) ajustados al cultivo. Se tomaron dos muestras de suelo, a 15 y 30 cm de profundidad con barreno. Se procesaron en el Laboratorio de INIAP (según: MAPA, 1994), para determinar la textura (3% arena, 55% limo y 42% arcilla), densidad aparente (1.15 g/cm³), conductividad eléctrica (1.85 m mhos), nitrógeno (%) - fósforo (ppm) - potasio (meq/100 g) de 0.06-17.20-0.38; materia orgánica (1%) y pH (5.68).

La preparación del suelo se realizó por tres pases de grada, mediante rotura, cruce y recuce, con 10 días, entre cada labor de arado. Las plantas indeseables se controlaron con 0.75 L/ha de 2-4-D-amina y 250 mL/ha de Gramya, 8 días antes de la plantación. La plantación del cultivo de arroz se realizó por trasplante de plántulas. Se utilizó la variedad INIAP-12. Las parcelas midieron 80 m² (8x10 m de lado), con 1.50 m de distancia entre parcelas. El área total fue de 1425 m². El marco de la plantación fue de 25 cm entre plantas y 30 cm entre surcos. La densidad de la población fue de 750 plantas por hectárea. El riego se realizó por percolación, cada 15 días, con 2 cm de lixiviación. La necesidad de riego se calculó por la fórmula siguiente: evotranspiración + saturación + percolación + lámina de riego - precipitaciones. La fertilización nitrogenada se realizó con 90 kg de urea/ha, a los 15 y 30 días. No fue necesario el control químico de insectos plagas.

Se evaluó el número de hijos/planta/m², a los 55 días. A los 60 días, se determinó la altura de las plantas en floración/parcela (cm), con 10 plantas al azar/grupo; plantas con crecimiento caído (%); número de panículas/m²; semillas llenas (%); peso de 1000 semillas/m² (g); y producción de

semillas con 14% de humedad (kg/ha), con la fórmula siguiente: $(\text{peso de la muestra} * (100 - \text{humedad al peso inicial}) / (100 - \text{humedad deseada}))$.

Se realizó la evaluación de los indicadores económicos/ciclo de producción/ha. La ficha de costo se formalizó en dólares norteamericanos (USD) y la venta de arroz fue el único ingreso. La ficha de costo se compuso de: costos fijos (depreciación del valor del terreno); costos variables (preparación de tierra, siembra, establecimiento y labores del cultivo) y costos indirectos (combustible, transporte y agua). Se calculó el valor de producción (kg de semillas totales producidas con 84% de materia seca multiplicado por el precio de venta), ingreso por hectárea, relación beneficio costo (valor de producción dividido entre el costo total), costo por peso producido (costo total dividido entre el valor de producción) y costo unitario (costo total dividido entre las unidades producidas).

Se trabajó en un diseño de bloques al azar, con tres grupos experimentales (5; 10 y 15 cm de lámina de riego) y un grupo control (a capacidad de campo), con tres réplicas por grupo y 12 parcelas. Los datos se analizaron por el software SAS (Statistical Analysis System), versión 9.3 (2013), para evaluar los estadígrafos descriptivos (media y desviación estándar) y se utilizó la prueba de múltiples rangos de Turkey, para la comparación de medias, en el análisis de varianza (ANOVA), para 0.05 de nivel de significación.

RESULTADOS

El mayor número de hijos ($p < 0.05$) se obtuvo con 5 cm de lámina de riego, para un valor de 424 ± 42 hijos/planta/m². El peor resultado fue de 302.75 ± 33 hijos/planta/m², con 15 cm de lámina de riego (tabla 1). La mayor altura de las plantas (110 ± 6 cm) se logró con la lámina de agua de 15 cm y el menor valor, de 99.25 ± 2 cm, con 5 cm de lámina de agua (tabla 1). La mayor cantidad de plantas con crecimiento caído (45%) ocurrió, cuando la lámina de agua fue de 15 cm y el menor con 5 cm de agua ($10 \pm 2\%$).

El mayor número de panículas ($413.50 \pm 12/m^2$) se obtuvo con 5 cm de lámina de riego y el menor ($366 \pm 8/m^2$), con 15 cm de lámina de agua. El mayor valor de semillas llenas ($92 \pm 7\%$) se presentó con 5 cm de agua y el peor resultado ($86.50 \pm 5\%$) con 15 cm. El mayor peso de las semillas se obtuvo con 5 cm de lámina de agua, para un promedio de 29.75 ± 5 g/1000 semillas/m² y el menor (23.50 ± 3 g/1000 semillas/m²), en la lámina de agua de 15 cm. La mayor cantidad de semillas se obtuvo con 5 cm de lámina de riego (84.15 ± 7 kg/ha) y el menor (73.26 ± 5 kg/ha), con 15 cm de lámina de riego (tabla 1).

Tabla 1. Indicadores productivos del cultivo de arroz, con tres láminas de riego.

				EE	
	5 cm	10 cm	15 cm	(±)	
Hijos/m ²	424 ^a	373.50 ^b	302.75 ^c	3.73	0.0032
Altura promedio de las plantas (cm)	99.25 ^c	106 ^b	110 ^a	4.38	0.0040
Panículas/m ²	413.50 ^a	395.50 ^b	366 ^c	0.99	0.0001
Semillas llenas por m ² (%)	92	87	86.50	-	-
Plantas caídas (%)	10	25	45	-	-
Peso de 1000 semillas (g)	29.75 ^a	26.50 ^b	23.50 ^c	0.12	0.0001
Rendimiento, 20% de humedad (kg)	6.43 ^a	5.92 ^b	5.59 ^b	0.02	0.0001
Semillas con 14% humedad (sacos, 210)	84.15 ^a	77.59 ^b	73.26 ^c	0.30	0.0001
	Láminas de riego				
Indicadores					p

lb/ha)

Medias con superíndices iguales no poseen diferencias, para $p < 0.05$

Se obtuvieron beneficios económicos en todos los casos (Tabla 2). Los mejores resultados económicos se obtuvieron en la lámina de riego de 5 cm, con la mejor relación beneficio costo (2.94). La lámina de riego de 15 cm produjo la menor utilidad.

Tabla 2. Viabilidad económica del cultivo de arroz, con tres láminas de riego.

Indicadores (\$)	Láminas de riego		
	5 cm	10 cm	15 cm
Costo total	1088.57	1095.07	1102.77
Valor de producción	3197.70	2948.42	2783.88
Utilidad o pérdida económica	2109.13	1853.35	1681.11
Relación beneficio costo	2.94	2.69	2.52
Costo por dólar producido	0.34	0.37	0.40
Costo unitario por kg	0.06	0.07	0.07

DISCUSIÓN

Los resultados de altura promedio de las plantas (tabla 1) en la lámina de 5 cm de riego, fueron similares a los de Shukla *et al.* (2015) quienes obtuvieron 96.50 cm, con fertilización de 80 kg de N/ha/año. De modo similar ocurrió con los granos llenos (92.73). Sin embargo, fue mayor el peso de 1000 granos, donde en ellos obtuvieron 25.19 g. Esto se puede relacionar con la variedad INIAP-12 la cual genera granos más pesados.

Coincidimos con Hernaiz y Alvarado (2015) quienes determinaron que el aumento de la lámina de agua, desde 5 cm hasta 10 cm, acrecentó la altura de las plantas y disminuyó la presencia de especies vegetales indeseables. En este sentido, SOSBAI (2014), recomendaron láminas de riego desde 2.50-7.50 cm, en las diferentes fases del crecimiento del cultivo. Los resultados coincidieron con los de Fonteh *et al.* (2013), quienes plantearon que la profundidad de riego de 3-5 cm debe ser

promovida, para garantizar el mejor desarrollo de las plantas, la seguridad alimentaria y mitigar el cambio climático, por la reducción de la emisión de metano.

Sévérin *et al.* (2014), encontraron el mejor desarrollo de las plantas de arroz, con 3 cm de lámina de riego, pero en un suelo que contenía 24% de arcilla, a diferencia de esta investigación que el suelo tenía 46% de arcilla. Hernández *et al.* (2013), reportaron que la mejor productividad se logró cuando la lámina de riego fue del 180.11% de la evotranspiración. Sin embargo, este estudio se realizó en tierras altas, a 321 m.s.n.m. Por su parte, Pineda (2010), recomendó que las láminas de riego en el cultivo del arroz deben ser menores a 10 cm.

La relación beneficio costo fue superior (tabla 2) a la obtenida por Shukla *et al.* (2015), de 2, lo que se relaciona con las diferencias en la variedad.

CONCLUSIONES

Los mejores indicadores productivos del cultivo de arroz se obtuvieron con 5 cm de lámina de riego. La viabilidad fue favorable en todos los casos, pero los mejores resultados económicos se obtuvieron en la lámina de riego de 5 cm. No se recomienda sostener una inundación de 15 cm de lámina de riego en el cultivo de arroz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SAS. 2013. Statistics. vw 9.3. De SAS Institute. INC. Cary. N.C. USA.
- Fonteh M, Tabi F, Wariba A and Zie J. 2013. Effective water management practices in irrigated rice to ensure food security and mitigate climate change in a tropical climate. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 4 (3): 284-290, disponible en: <http://www.scihub.org/ABJNA/PDF/2013/3/ABJNA-4-3-284-290.pdf>
- Sévérin A, Guey W and Wang Y. 2014. Improving irrigated lowland rice water use efficiency under saturated soil culture for adoption in tropical climate conditions. *Water*, 6 (9): 2830-2846, disponible en: <http://www.mdpi.com/2073-4441/6/9/2830>
- MAPA. 1994. Métodos oficiales de análisis de suelos y aguas para riegos. Tomo III. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.
- Pineda D. 2010. Aplicación de la tecnología para agua para riego. *Arroz*, 58 (485): 2228, disponible en: <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz485.pdf>
- Hernández R, Rivanildo D, Dalchiavon F, Vieira D, Barbieri J, Kolling E. 2013. Lâminas de irrigação na cultura do arroz de terras altas, no médio norte do estado de Mato Grosso. *Enciclopédia Biosfera*, 9 (17): 1753-1764, disponible en: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/laminas.pdf>
- FAO. 1988. Programa de Desarrollo Nacional del sub-sector Riego. Método para medición de evotranspiración de Penman-Monteith. Fondo de Alimentación de Naciones Unidas.
- INAMHI. 2013. Reportes climáticos de la estación de Daule, Guayaquil, Guayas. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ecuador.
- Campos R, Baia B, Ferreira W and Barbosa A. 2015. Manejo eficiente da água em sistema de irrigação de arroz (*Oryza sativa* L.). XXXV Encontro nacional de engenharia de producao: Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro. 12p, disponible en: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_216_277_27885.pdf
- Shukla V, Tiwari R, Malviya D, Singh S and Ram U. 2015. Performance of rice varieties in relation to nitrogen levels under irrigated condition. *African Journal of Agricultural*



Research, 10 (12): 1517-1520, disponible en:

<http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/53B933851919>

Hernaiz S y Alvarado J. 2015. Una alternativa para mejorar el rendimiento. Manejo correcto del agua en el arrozal. Boletín Informativo 142. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, INIA Quilamapu, disponible en:

<http://www2.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/bioleche/BOLETIN142.pdf>

SOSBAI. 2014. ARROZ IRRIGADO: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Bento Gonçalves - RS - Brasil: 88-94, disponible en: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Recomendacoes_Tecnicas_Arroz_2007_000fzrbdd8b02wx5ok0cpoo6adaexge2.pdf