

Rendimiento del arroz con distintas láminas de agua en la Cooperativa “Mártires del Cauto”, Granma (Original)

Field yield of the rice cultivation to different levels of water in the Cooperative "Mártires del Cauto", Granma (Original)

Luis Enrique Céspedes Rodríguez. Ingeniero. Doctor en Ciencia Agrícolas. Profesor Titular.

Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. icespedesr@udg.co.cu 

Recibido: 12-07-2021/ Aceptado: 29-01-2022

Resumen

En el periodo comprendido entre enero y mayo de 2019 en las áreas de la cooperativa “Mártires del Cauto”, de la Empresa Agroindustrial de Granos “Fernando Echenique” del municipio Bayamo, provincia Granma en condiciones de producción en tres campos separados por diques y con entradas de agua independiente, con una superficie de 4,47 ha cada uno, se evaluó el rendimiento del arroz (*Oryza sativa*) Selección uno con tres regímenes de riego, establecidos a partir de variaciones en la altura de la lámina de agua en el período de inundación permanente de 15, 20 y 25 cm, respectivamente. Los indicadores del crecimiento, (altura de la planta, número de hijos por planta, longitud de la panícula, cantidad de panículas por metro cuadrado) y del rendimiento (granos llenos por panícula, granos vanos por panícula, masa de : 100 granos) tuvieron los mismos valores, cuando se disminuyó, o aumentó la lámina de agua en 5 cm en el periodo de inundación permanente en el cultivo. La disminución en 5 cm de la lámina de agua en el periodo de inundación permanente, no provocó afectaciones en el rendimiento que estuvo entre 5,58 y 6,03 t.ha⁻¹, sin diferencias significativas entre los tres tratamientos y si el ahorro de 6600 m³.ha⁻¹ de agua, que representa 118 pesos por hectárea y un aporte al manejo sustentable del agua en este cultivo, que consume más del 70% del agua embalsada de la provincia Granma

Palabras clave: arroz; lámina; agua; rendimiento

Abstract

In the period between January and May 2019 in the areas of the Cooperative "Mártires del Cauto", of the Agroindustrial Company of Grain Fernando Echenique", municipality of Bayamo, Granma province, in conditions of production in tre fields separated by dams and with inputs of independent water, with an area of 4.47 ha each, was evaluated, the field yield of rice (*Oryza sativa*) Selection1 to different irrigation regimes, using 15, 20 and 25 cm of height of the water sheet in the permanent flood trench, maintaining the conditions of supply as indicated in the manual for the rest of the cycle. To assess the effect on rice cultivation, from different sheets of water, three random points from an area of 1m² in each treatment were taken as respective samples. At each point observations were made to 10 plants of the morphological indices: height of the plant, tillering, length of the panicle, number of panicles per square meter and yield components: full and empty grains per panicle, as well as the 1000g mass. The data of the climatic variables were taken from the Cauto del Paso dam, distant approximately 4 km from the area where the experimental work was done. The indicators of growth and yield had the same values, when decreased, or the water surface increased by 5 cm in the period of permanent flooding in the crop. The decrease in 5cm of the sheet of water in the period of permanent flooding, did not affect the yield and if the saving of 6600 m³.ha¹ of water, which represents 118 pesos per hectare.

Keywords: rice; water; level; yield

Introducción

Cuba es un país importador de alimentos y la producción de granos principales solo alcanza un 23 % de las necesidades, dentro de ellos el arroz es el alimento básico de la población

y su consumo per cápita es uno de los más elevados de América Latina, proporcionando el 18 % de la calorías totales consumidos en a dieta diaria (Alfonso et al., 2007).

Desde el 2011 se aprobó un programa de desarrollo arrocero en el país para el periodo 2012-2016, donde el país se proponía producir en el ultimo año 538 000 t de arroz, que representa el 76.85 % de las 700 000 t que es demandada para lograr el auto abastecimiento del país. El financiamiento para sustentar este programa se derivaría de la sustitución de importaciones, según el Ministerio de la Agricultura (MINAG, 2015).

En el año 2018 en Cuba se cumplió con el aporte físico planificado de 283000 toneladas y se superó, hasta pasar incluso las 300000, de las cuales fueron al encargo estatal poco más de 237 000; lo que de paso constituyó un registro histórico nacional.

El rendimiento actual del arroz en Granma es de 4,3 toneladas por hectárea, suficiente para suplir las demandas de los más de 800 mil habitantes del territorio, aunque la producción se distribuye también en otras provincias en las cuales no se cultiva el grano (Rizo, 2018). Esa cifra debe ser superada para las próximas campañas con el trabajo conjunto de las empresas agroindustriales de granos, Fernando Echenique y José Manuel Capote, dedicadas a potenciar el cultivo y el proceso industrial eficiente del arroz para el autoabastecimiento nacional, apoyados en la aplicación de adelantos científico-técnicos.

Las mejoras de los campos es una de las principales tareas que se lleva a cabo en los campos arroceros del territorio, a través de la nivelación con tecnología láser. Según los especialistas en suelo, ese proceso tiene como objetivo lograr una nivelación uniforme para que la película (lámina) de agua no sobrepase los cinco centímetros y contribuya a incrementar los rendimientos (Rizo, 2018).

El programa de inversiones para desarrollar la producción de arroz en la provincia de Granma, la mayor productora del grano en Cuba, prioriza el mejoramiento de los campos del cereal, a fin de aprovechar de manera más eficiente el agua disponible e incrementar los rendimientos agrícolas. Sus empresas solo aprovechará el 76 % del área física destinada al cultivo, por falta de agua en los embalses (Díaz, 2017).

El consumo de agua en los sistemas productivos de arroz, según la Food and Agriculture Organization FAO (2004) van desde un bajo consumo (900 mm/cosecha), hasta un alto consumo (2250 mm/cosecha. En relación con la lámina aplicada, a nivel mundial, proporciona cifra de 1,5m, equivalente a $15000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ según Almarales et al. (2007), los cuales estiman el consumo de agua en Cuba entre 12000 a $18000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Estos valores indican un elevado consumo de agua para obtener altos rendimientos en el arroz, lo que es particularmente importante en los sistemas tradicionales y semi-ingenieros, que abundan en la superficie arrocera de Granma.

Es particularmente importante, la lámina de agua que se deja en los campos en el período de aniego permanente, y que se ubica a veces, por apreciaciones subjetivas de los especialistas, sin que haya sido objeto de estudio en las condiciones concretas del macizo arrocero.

Materiales y Métodos

Población: Se consideró la cantidad de 1875 plantas en una superficie útil de 25 m^2 (un cuadrado de 5 x 5 m en cada campo).

Muestra: Se midieron las plantas enmarcadas en un cuadro de 1 m^2 , que se colocó tres veces en cada superficie útil de los campos, midiéndose en un total de 450 plantas los indicadores: altura de la planta, ahijamiento y longitud de la panícula y, los componentes del rendimiento agrícola: número de panícula por m^2 , número de granos llenos por panícula, número de granos vanos por panícula y el peso de 1000 granos.

El trabajo investigativo, se realizó en condiciones de producción en tres campos separados por diques y con entradas de agua independiente, con una superficie de 4,47 ha cada uno, durante la campaña de frío del año 2019, (en el periodo de enero a mayo), aplicando el método de siembra a voleo. Se empleó la variedad Selección uno que está en la lista oficial de variedades comerciales, (MINAG, 2015), procedentes de la Empresa de Semillas Granma, con una norma de siembra de 140 kg .ha⁻¹.

Los datos de las variables climáticas, fueron tomados de la Presa Cauto del Paso distante aproximadamente a 4 km del área donde se hizo el trabajo experimental. Durante el proceso investigativo se utilizaron tres tratamientos:

1. Regar con el régimen de riego referido en el Instructivo técnico altura de la lámina de agua de 15 cm. En el periodo de inundación permanente (25 días de germinado).
2. Regar con una lámina de agua de 20 cm en la etapa de aniego en el periodo de inundación permanente (25 días de germinado).
3. Regar con una lámina de 25 cm en la etapa de aniego en el periodo de inundación permanente (25 días de germinado).

3.3.2 Rendimiento agrícola:

El rendimiento agrícola esperado se obtuvo a partir de la cosecha de las panículas en cada punto de la muestra (1m²) por tratamiento, estimándose para una ha y se expresó en t.ha⁻¹. Los datos se procesaron mediante el paquete estadístico (Di Rienzo et al., 2008).

3.3.3 Control del ahorro del agua.

Para el cálculo del volumen de agua que se ahorra con la disminución de la lámina de agua en la fase de inundación, se tuvo en cuenta que disminuir o incrementar la lámina de agua en 5 cm. significa un incremento (o ahorro) de 500 m³.ha⁻¹.

Para estimar en que tiempo es consumida esa lámina incrementada o disminuida, se calculó la Evapotranspiración por la fórmula:

$Et = K_b \cdot E_o$ (Allen et al., 2006 citado por Camejo y Duarte, 2017).

Donde:

K_b - Son los coeficientes bioclimáticos para el cultivo del arroz ara la zona Centro Oriental del País propuestos por Dueñas (2005) y citados por Camejo y Duarte (2017)

E_o -Es la evaporación mensual obtenida en un Evaporímetro Clase A.

3.4 Efecto económico a partir del ahorro del agua en cada tratamiento

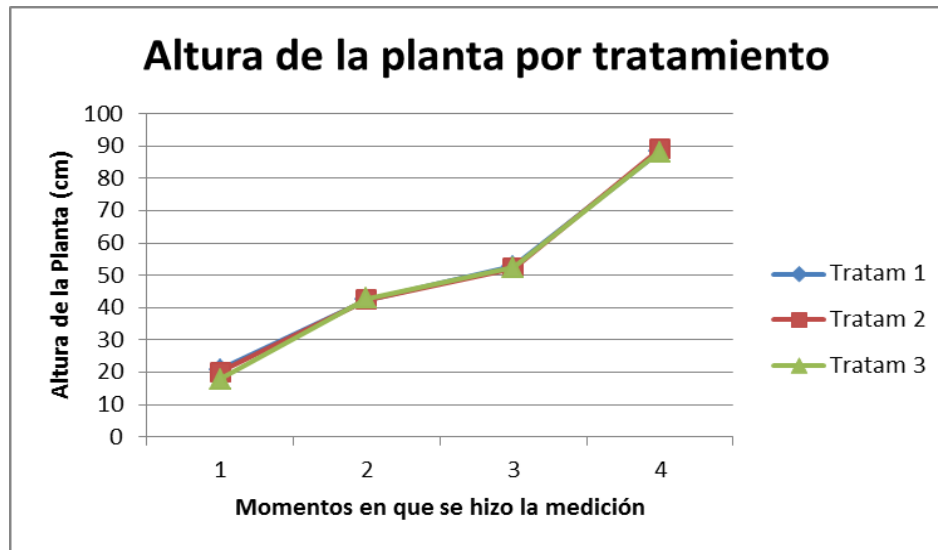
La evaluación económica se efectuó, partiendo de los resultados del trabajo sobre la base del ahorro de agua sin afectar el rendimiento del cultivo, para lo cual se tuvo en cuenta el valor de un metro cubico de agua (0.08 CUP), teniendo en cuenta además, lo que significa el ahorro de agua en el marco de la Tarea Vida, que exhorta a trazar pautas importantes en el manejo sustentable de este importante recurso en particular en las empresas arroceras del país.

Análisis de los resultados

Altura de la Planta

Los valores de la altura de la planta, que estuvieron entre 17 y 23,4 cm mostraron una dinámica muy similar (fig1) ,y no reflejaron diferencia significativa entre tratamientos en los cuatro muestreos realizados según la Prueba de Duncan, lo que concuerda con los resultados obtenidos por González (2015) y Akhter et al. (2017). Los cuales al evaluar la variable altura de las plantas en el momento de la cosecha, observaron que las plantas sometidas a suspensión de la lámina de agua durante la fase vegetativa (30 DDT) alcanzaron los mayores valores, resultados que demuestran, que el manejo de agua durante la fase vegetativa, sin llegar a un estrés hídrico severo, no afecta el crecimiento de la planta al finalizar su ciclo.

Figura 1. Altura de la Planta.



El número de hijos por planta (tabla 1) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, presentando los mayores valores de 23,40 en el tratamiento en que se mantuvo la lámina de agua a 15 cm. en el periodo de inundación permanente.

Tabla 1. Número de hijos por planta.

Tratamiento	Medias	Significación
1	23,40	A
2	20,20	A
3	17,00	A
Cv: 6.32	Es: 0,40	

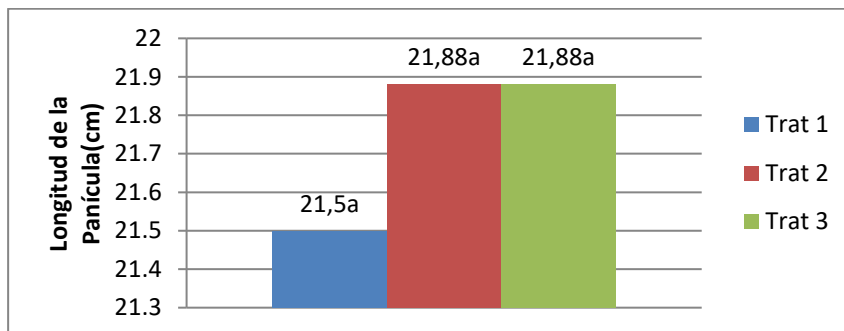
Este comportamiento coincide con lo alcanzado por Kato y Katsura (2014), los cuales, al evaluar el número de hijos por planta en el tratamiento que fue sometido a suspensión de la lámina de agua, observaron que el manejo aplicado estimuló el ahijamiento. Es importante señalar que la condición impuesta (suspensión de la lámina de agua), que no es nuestro caso, redujo la altura de las plantas mediante los mecanismos de evasión que experimentan las mismas; a su vez, se incrementó el número de hijos a partir de un cambio en la movilización de hormonas de crecimiento desde la zona apical de las hojas hacia la base de la raíz de la planta,

como vía de adaptación ante una posible condición de estrés en la planta, si el periodo de suspensión se alarga.

4.3 Longitud de la Panícula

La disminución y aumento en 5 cm de la lámina de agua entregada en el período de inundación permanente no influyó en la longitud de la panícula en la medición realizada, como se muestra en la figura 2, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Álvarez (2017) el cual evaluó el comportamiento de este indicador, ante diferentes tecnologías de nivelación: equipamiento láser y tradicional con fanguero, que incidieron en los valores de las Normas Totales de riego empleadas.

Figura 2. Longitud de la Panícula.



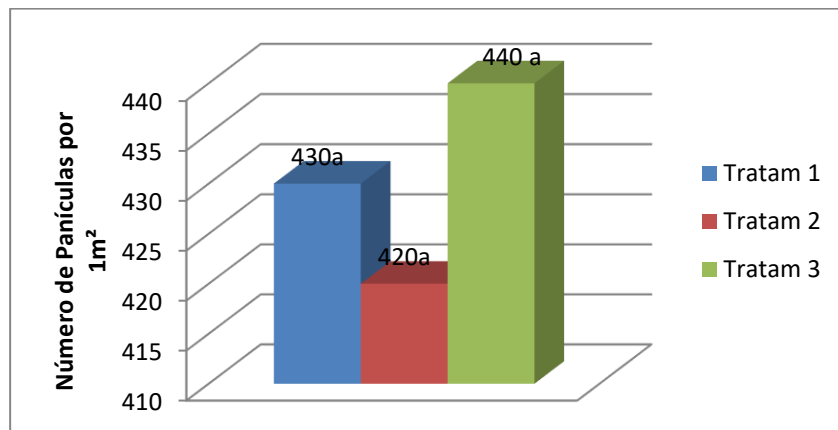
Nota: Valores con letras desiguales difieren significativamente para $p \leq 0.05$

Cv = 3,80 Ex = 0,70

4.4 Cantidad de Panículas por m²

Las panículas por 1m², que se muestran en la figura 3, tuvieron valores entre 420 y 440 sin mostrar diferencias significativas entre tratamientos coinciden con los resultados obtenidos por Álvarez (2017) ante diferentes niveles de suministro de agua en el “Sur del Jíbaro” (Sancti Spiritus) y difieren de los alcanzados por Morales (2017), aunque en el último caso fueron evaluadas distintas variedades de arroz en las condiciones de ‘Manga Larga’, municipio Bolivia, Provincia Ciego de Ávila.

Figura 3. Cantidad de Panículas por metro cuadrado.



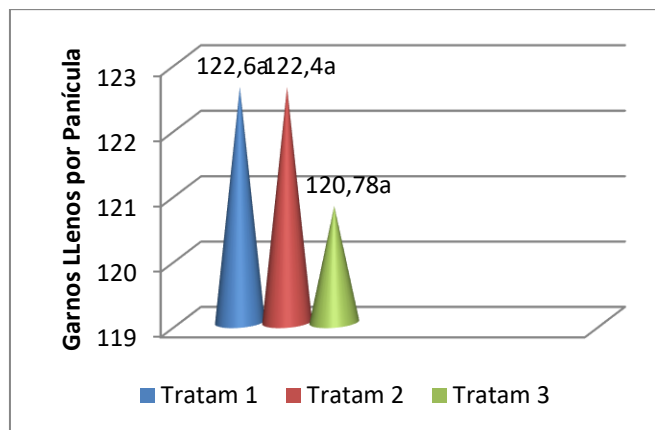
nota: Valores con letras desiguales difieren significativamente para $p \leq 0.05$

Cv = 3,80 Ex = 0,70

4.5 Granos llenos por Panícula.

Los granos llenos por panícula no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, encontrándose valores entre 119,5 y 123, los que están un poco por debajo de los resultados obtenidos por Álvarez (2017), en cuyo trabajo investigativo se alcanzaron 126 y 137 en dos condiciones diferentes de nivelación.

Figura 4. Granos llenos por Panícula.



Nota: Valores con letras desiguales difieren significativamente para $p \leq 0.05$

Cv = 4,76 EX = 0,70

4.6 Granos Vanos por Panícula

Al igual que en los indicadores evaluados anteriormente, los granos vanos por panícula tuvieron un comportamiento similar al variar los tres niveles de humedecimiento, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Granos vanos por panícula.

Tratamiento	Medias	Significación
3	14,27	A
2	13,89	A
1	13,70	A
Cv= 12,12		Ex= 5,42

Nota: Valores con letras desiguales difieren significativamente para $p \leq 0.05$

4.8 Rendimiento Estimado

El rendimiento fue estimado a partir de las mediciones hechas, y descritas en los epígrafes 4,5 4,6 y 4,7 y no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, como se muestra en la tabla 3 cuyos valores son semejantes a los alcanzados por Álvarez (2017). Este comportamiento del rendimiento está en correspondencia con los resultados obtenidos en las mediciones realizadas y descritas anteriormente, y todo parece indicar que la disminución de la lámina de agua , no desencadena los procesos que tiene lugar , cuando se hace suspensión de la misma, ya que al parecer la suspensión de la lámina de agua desencadena los mecanismos de respuesta en las plantas ante una condición de déficit hídrico, específicamente la evasión comportamiento que está muy relacionado con la fisiología de las plantas.

Tabla 3. Rendimiento estimado por tratamiento.

Tratamiento	Medias(t.ha ⁻¹)	Significación
1	5,58	A
2	6,02	A
3	6,03	A
Cv= 5,76		Ex= 0,15

Nota: Valores con letras desiguales difieren significativamente para $p \leq 0.05$

4.9 Estimación del ahorro de agua

La evapotranspiración diaria en cada uno de los meses tuvo el comportamiento siguiente.:
enero - 7,63mm, feb- 7,61mm, mar- 5,76mm, abr-8,89mm mayo-10,23mm.

En el tratamiento1, con una disminución de la lámina de agua de 5 cm. se ahorran 500 m^3ha^{-1} , que hay que reponer cada 7 días en feb (dos veces) , tres en marzo y tres en abril, a partir de los valores de la Evapotranspiración diaria en estos meses, lo que implicaría un total de 8 entregas para un total de 4000 $m^3.ha^{-1}$ (22 - 33% de la norma total de riego en Cuba , que es de 12000 a 18000 $m^3 ha^{-1}$ según Camejo y Duarte (2017). Si a esto se suma la baja eficiencia de los sistemas arroceros, que está alrededor del 60%, se tendría entonces un estimado de 6600 $m^3 ha^{-1}$ de ahorro de agua, cifra nada despreciable, si se tiene en cuenta, que alrededor del 40% del arroz en Granma lo siembran cooperativas y particulares

4.10 Valoración Económica.

Al disminuir en 5 cm la lámina de agua en la fase de inundación permanente, se logra un ahorro de 6600 $m^3.ha^{-1}$, que representa 118 pesos por hectárea y un aporte al manejo sustentable del agua en este cultivo, que consume más del 70% del agua embalsada de la provincia Granma (Herrera, 2011).

Conclusiones

1. Los indicadores del crecimiento (altura de la planta, número de hijos por planta, longitud de la panícula, cantidad de panículas por metro cuadrado) y del rendimiento (granos llenos por panícula, granos vanos por panícula, masa de 100 granos) tuvieron los mismos valores, cuando se disminuyó, o aumento la lámina de agua en 5 cm en el periodo de inundación permanente en el cultivo.

2. La disminución en 5 cm de la lámina de agua en el periodo de inundación permanente, no provocó afectaciones en el rendimiento y si el ahorro de 6600 m³.ha⁻¹ de agua, que representa 118 pesos por hectárea.

Referencias bibliográficas

- Alfonso, R., Pérez, R., & Suárez, E. (2007). *Estado actual del mejoramiento del arroz en Cuba*. Conferencia taller sobre Mejoramiento Genético del Arroz para América Latina y El Caribe. Brasil.
- Almarales, W., Jiménez, E., Peña, L., & Jiménez, E. (2007). Manejo permanente del agua en sistemas productivos del arroz. *Revista Granma Ciencia*, 11(3), Sep.-Dic
- Akhter, M., Ali, M., Haider, Z., Mahmood, A., & Saleem, U. (2017). Comparison of yield and water productivity of rice (*Oryza sativa* L.) hybrids in response to transplanting dates and crop maturity durations in irrigated environment. *Irrigat Drainage Sys Eng*, 6(1), 180.
- Álvarez, I. (2017). *Determinación de la Norma Total de Riego Neta en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) para 2 tipos de nivelación del suelo en el "Sur del Jíbaro*. [Trabajo de diploma, Universidad Central de Las Villas].
- Barreiro, L. E. C., Naranjo, L. D., & Lima, A. R. R. (2017). El riego del arroz (*Oryza sativa*) con limitación de agua en suelos oscuros plásticos del municipio Chambas. *Universidad & Ciencia*, 6, 61-78.
- Díaz, R. (2019). *Entrevista en el Periódico Granma* (5 de febrero).
- Díaz, D. (2017). *Evaluación de tres dosis de Quitomax en el cultivo del arroz (Oryza Sativa L) variedad LP-5*. [Trabajo de Diploma].

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W.

(2008). *InfoStat*. (versión 2008) Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dueñas, R. (2015). *Riego en el cultivo del arroz*, monografía.

FAO. (2004). *Todo sobre el arroz*. (2015, diciembre 22).

<http://www.fao.org/rice2004/es/world.htm>

González, R. (2015). *Evaluación agro-productiva de cuatro cultivares de arroz (Oriza Sativa L) en el sur del Jíbaro*. [Trabajo de Diploma, Universidad Central de Las Villas].

Herrera, J. (2011). El uso del agua en la agricultura en Cuba. *Ingeniería Agrícola*, 1(2).

Kato, Y., & Katsura, K. (2014). Rice adaptation to aerobic soils: physiological considerations and implications for agronomy. *Plant Production Sc.*, 17(1), 1-12.

MINAG (2015). *Informe balance anual de la producción de granos en la agricultura* (Folleto resumen, Archivo de la Delegación Provincial de Ciego de Ávila).

Morales, A. (2017). *El arroz cubano y sus bodas de oro*. El Productor MINAG.

Rizo, M. (2018). *CUBAHORA Aumentar la Producción de Granos en Granma*.