

Evaluación de tres sistemas de siembra de arroz (*Oryza sativa*) variedad Sicuri bajo inundación

Evaluation of three rice (*Oryza sativa*) variety Sicuri sowing systems under flooding

Nicolás CHAPPY YUCO¹

¹Universidad Autónoma del Beni “José Ballivián”, Escuela Técnica Humanística Agropecuaria, Trinidad, Beni. Estado Plurinacional de Bolivia. <https://orcid.org/0000-0001-8566-5308>

Autor para correspondencia*: nchappy@uabjb.edu.bo

RESUMEN

Oryza sativa, es sin duda el cereal que más se cultiva a nivel mundial y se consume, bajo esta perspectiva se planteó el objetivo de generar información sobre el rendimiento de la variedad por el INIAF denominada Sicuri sembrada en tres sistemas de siembra (siembra en línea, al voleo y trasplante) bajo un manejo de inundado en condiciones de la Escuela Técnica Humanística Agropecuaria “JMHZ” ETHA, ubicada a 3 km de Casarabe, y a 50 km de Trinidad, departamento del Beni - Bolivia. El arroz fue sembrado en noviembre del 2022 y evaluado en abril del 2023. Se analizaron las variables longitud de espiga, número de espigas por m², número de granos por espiga y el rendimiento peso de granos de arroz por tratamiento. Los datos fueron analizados mediante el diseño de bloques al azar con el procedimiento GLM de SAS. Los resultados, mostraron que no existen diferencias significativas en el número y la longitud de espigas, entre los tres sistemas de siembra; también se observó que el sistema al voleo obtuvo un mayor número de granos por espiga, y finalmente el sistema de siembra en línea obtuvo un mayor rendimiento en peso de granos de arroz ($P > F = 0.0015$).

Palabras clave: Arroz, *Oryza sativa*, variedad Sicuri, sistemas de siembra.

ABSTRACT

Oryza sativa, more is undoubtedly the most cultivated and consumed cereal worldwide, from this perspective, the objective was to generate information on the performance of the variety by INIAF called Sicuri planted in three sowing systems (line sowing, broadcast, and transplant) under flooded management conditions at the Technical School of Agricultural Humanities "JMHZ" ETHA, located 3 km from Casarabe, and 50 km from Trinidad, department of Beni - Bolivia. The rice was planted in November 2022 and evaluated in April 2023. The variables ear length, number of ears per m², number of grains per ear and the weight yield of rice grains per treatment were evaluated. The data were analyzed using the Randomized Block design with the SAS GLM procedure. The results showed that there are no significant differences in the number and length of ears between the three planting systems; It was also observed that the broadcast system obtained a greater number of grains per ear, and finally the line sowing system obtained a higher yield in weight of rice grains ($P > F = 0.0015$).

Keywords: Rice, *Oryza sativa*, Sicuri variety, planting systems.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es una gramínea anual que se puede producir a secano (mecanizado o no) o bajo sistema inundado. Se encuentra entre los más importantes a nivel mundial, alcanzando una producción mundial de 517 millones de toneladas, (FAO, 2023).

A nivel de Sur América (datos del 2021), Brasil produce 11 660 603 t, mientras que Bolivia ocupa el décimo lugar con 5 501 81.52 t, (FAOSTAT, 2023). La producción boliviana solo representa el 0.3% del volumen del consumo suramericano.

El nivel del rendimiento de arroz en Bolivia es de aproximadamente 2.3 a 3.2 t/ha (MDRyT, 2020), mientras que el consumo ha mostrado un incremento muy variable, por ejemplo, en el año 2000, Bolivia consumió 211 000 t, para el año 2010 fue de 317 000 t, para el 2020 fue de 393 000 t, para finalmente llegar el 2021 a un nivel de consumo de 410 000 t (Infoarroz, 2022), datos que muestran el incremento de la demanda resultando en un consumo per cápita de 34.65 kg para la gestión 2021.

La participación por departamentos en la producción de arroz para el año 2011 era del 85% en Santa Cruz y entre un 6 a 5 % entre Beni y Cochabamba (REDPA y CAS, 2012). Para la campaña del 2021 el oriente cruceño incrementó su participación a cerca del 72%, y el Beni alcanzaba al 22%; mientras que la superficie cultivada, el 69% está en Santa Cruz y 22% en Beni, la relación superficie y volumen producido varía por el nivel de

rendimiento alcanzado, en Santa Cruz con 3.22 y en Beni con 3.16 t/ha (MDRyT, 2021).

Dada la magnitud de la importancia de cultivo del arroz, es indudable que a la par de la expansión de las áreas cultivadas, también se han sofisticado los sistemas de siembra, uso de variedades mejoradas, muchas veces acompañados de paquetes tecnológicos (uso intensivo de maquinaria y químicos, entre otros).

En este último aspecto, las instituciones de investigación, privadas y gubernamentales están siempre en la búsqueda de alternativas o nuevas variedades. En el caso de Bolivia, el INIAF es la instancia estatal que trabaja en la producción de nuevas variedades en diferentes cultivos, como es el caso de la variedad Sicuri, un arroz blanco que es de alto rendimiento y resistente a diferentes enfermedades.

Un campo que siempre es necesario transitar con las nuevas variedades, es la validación de los datos de rendimientos que refrenden apropiadamente los datos de las fichas técnicas de liberación de variedades, y aunque el ideal es hacer esos trabajos en forma simultánea en diferentes localidades, las condiciones y facilidades para la investigación requieren mucho tiempo y recursos, que muchas veces no existe.

El presente trabajo de investigación pretende contribuir a generar información sobre el comportamiento del cultivo de arroz, variedad Sicuri liberada por el INIAF-Beni, que aún se encuentra en fase de estudio y obtener datos locales en la perspectiva de cubrir algunos aspectos productivos, sino todos, las características más importantes del

manejo de este cultivo, en este caso en particular tan solo será enfocado en los sistemas de siembra, en la región de Casarabe.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en los predios de la ETHA, carrera dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Beni “José Ballivián”. Ubicada en la comunidad de Casarabe, 14° 53' 20" S, 64° 29' 30" O, en el Subtrópico húmedo, a una altitud de 163 m snm, con una precipitación que oscila entre los 1700–1800 mm (ETHA, 2014).

Para el diseño de tratamientos se estableció el factor de estudio de tres sistemas de siembra: en línea o surco, al voleo y por trasplante, en tres bloques. El diseño experimental usado fue el de bloques al azar y los datos resultantes fueron analizados mediante el procedimiento GLM del programa SAS y las medias fueron comparadas mediante contrastes ortogonales.

Se utilizó una densidad de siembra para los tres sistemas de 80 kg/ha, pesadas en una balanza de 10 g de precisión.

El manejo de campo consistió en la limpieza del terreno, nivelación, así como la confección de la batea, a fin de retener la mayor cantidad de agua para el cultivo. El terreno usado tuvo un área total de 6 m² en total, los bloques fueron establecidos por la presencia de árboles, con una superficie de 1.9 m², en cada bloque se establecieron al azar los tres tratamientos,

haciendo un total de 9 unidades experimentales (UE). El área de cada UE fue de 0.62 m².

La siembra en línea y al voleo se realizó en fecha 28 de noviembre del 2022, en cada UE usando 28 g de semilla y para las UE donde se debería realizar el trasplante se sembraron en semillero en la misma fecha. El trasplante fue realizado en fecha 20 de diciembre, cuando las plantas habían alcanzado una altura aproximada de 12 cm.

El deshierbe se realizó cada 45 días. Con relación al riego, se mantuvo constante una lámina de agua de 5 cm aproximadamente en todas las UE.

Para el momento de la cosecha se suspendió el riego a las unidades experimentales 20 días antes de la cosecha a fin de generar las condiciones adecuadas y evaluar las diferentes variables de respuesta.

Los datos fueron tabulados en una hoja electrónica de Excel para ser analizados mediante el paquete estadístico SAS. Se estimaron los componentes de varianza, previa verificación de los supuestos del análisis de varianza y se probaron los estadísticos mediante la prueba de Fisher con un valor de significancia $P < 0.05$.

Las variables de respuesta fueron la longitud de la espiga, medida a partir del último nudo de las cañas sin tomar en cuenta las aristas; para el número de espigas por m², se procedió al conteo de espigas por planta; número de granos por espiga, sumatoria del total parcial de grano por espiguilla y peso de granos de arroz por

tratamiento, medido en balanza al final de la evaluación de granos de arroz.

RESULTADOS

La varianza entre bloques es mayor a cero, por tanto, hubo variación entre bloques, y en consecuencia el diseño de bloques completos al azar fue eficiente para controlar la variación entre UE. Los supuestos del análisis de varianza fueron estimados mediante el estadístico de Shapiro.

Número de espigas (panícula)

En la tabla 1 se presentan los valores promedios para la variable número de espigas por tratamiento.

Tabla 1. Promedio de la variable número de espigas

Sistema de siembra	Media por tratamiento por m ² .
En Línea	139.9
Por Trasplante	131.2
Al Voleo	115.8

El Análisis de varianza de la variable número de espigas no fue significativo, lo que representa que el número de espigas estadísticamente es la misma en los tres sistemas de siembra de arroz.

Los resultados muestran que el comportamiento morfológico de la variedad Sicuri no es afectado por los sistemas de siembra.

Longitud de espigas (en cm)

En la Tabla 2 se presentan los resultados promedio para la variable longitud de espigas.

Tabla 2. Promedio de la variable longitud de espigas

Sistema de siembra	Media por tratamiento por m ² .
En Línea	28.33
Por Trasplante	27.08
Al Voleo	27.87

La longitud de espigas estadísticamente es la misma en los tres sistemas de siembra de arroz. El rango promedio entre los tres sistemas de siembra fue entre 27 y 28 cm por espiga.

En cualquiera de los sistemas de siembra de la variedad Sicuri de arroz, la longitud de las espigas es la misma, es decir un comportamiento morfológico constante.

Número de granos por espiga

En la Tabla 3 se presentan los valores promedio del número de granos de arroz por espiga.

Tabla 3. Promedio de la variable número de granos por espiga

Sistema de siembra	Media por tratamiento por m ² .
En Línea	167.64
Por Trasplante	155.87
Al Voleo	171.02

El número de granos por espiga es significativo ($P > F = 0.028$), encontrándose que en el sistema de siembra al voleo se produjo mayor cantidad de granos (171 granos), como se observa en la Figura 1.

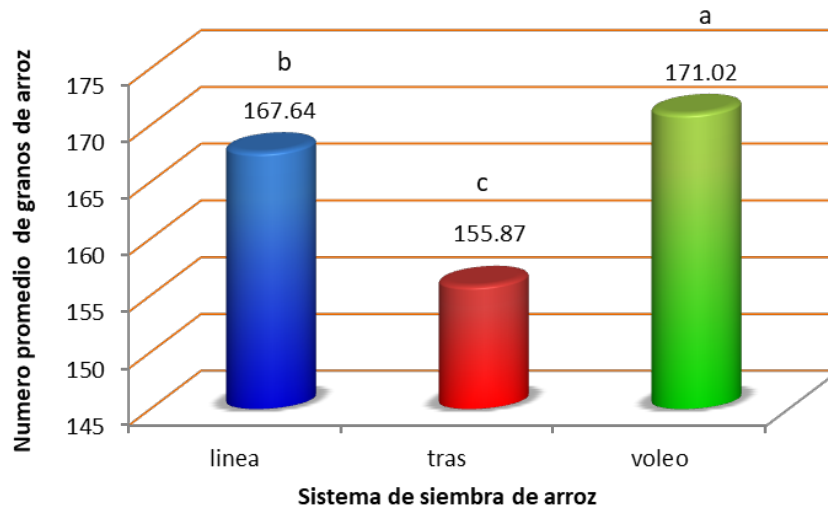


Figura 1. Número promedio de granos de arroz en tres sistemas de siembra.

Rendimiento de arroz (peso por tratamiento, expresado en t/ha)

En la Tabla 4 se presentan los valores promedio del rendimiento de arroz en toneladas por hectárea.

Tabla 4. Promedio de la variable rendimiento de arroz

Sistema de siembra	Media por tratamiento por tn/h.
En Línea	4.9
Por Trasplante	3.0
Al Voleo	3.7

De acuerdo con el análisis de varianza el rendimiento de arroz fue altamente significativo ($P > F = 0.0015$), siendo que en el sistema de siembra en línea produjo mayor rendimiento de arroz (4.9 t/ha), estadísticamente mejor que en los sistemas de siembra de trasplante y al voleo (3 y 3.7 t/ha respectivamente), como se observa en la Figura 2.

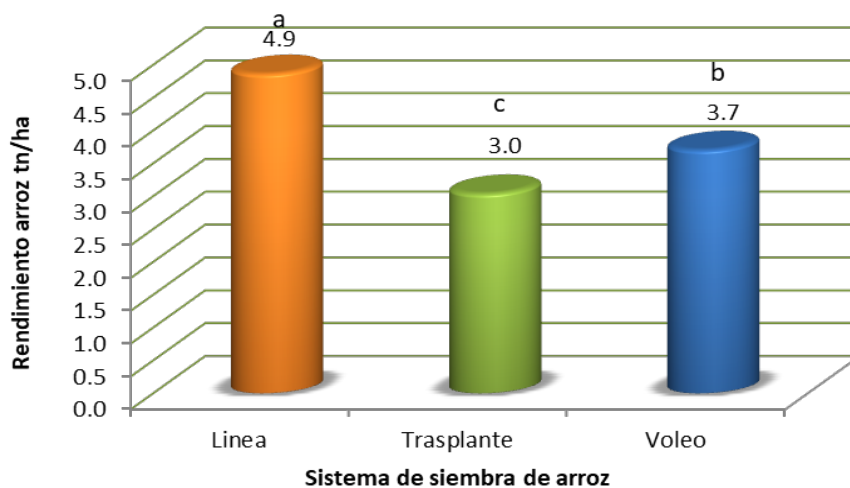


Figura 2. Rendimiento de arroz en toneladas por hectárea en tres sistemas de siembra.

Es importante señalar que los rendimientos obtenidos de la variedad de arroz Sicuri, fueron obtenidos bajo un manejo del cultivo bajo inundación, pero sin realizar ningún tipo de fertilización o control químico de plagas y enfermedades.

DISCUSIONES

La ficha técnica publicada por INIAF, (2020) con N° de Registro: RV-AR-1018-19 describe a la variedad de arroz Sicuri, con las siguientes características agronómicas: buen vigor inicial de la planta, altura de la planta 120 cm apto para sistema mecanizado, panícula larga, moderada resistencia al desgrane, grano extralargo, cristalino, con buena calidad culinaria, rendimiento de granos entero en ingenio mayor al 80%, peso de 1000 granos equivalente a 31.1 g, ciclo vegetativo 140 días, rendimiento 8000 kg/ha, y como grano blanco, alargado, de ciclo de 100 días aproximadamente y que puede alcanzar un rendimiento promedio de 8 t/ha.

La información que acompaña a la ficha técnica de la variedad de arroz Sicuri proporcionado por el INIAF no brinda información suficiente sobre el comportamiento de la variedad en condiciones diferentes a los sitios aparte de donde fue desarrollada.

En ensayo realizado en la ETHA mostró un rendimiento máximo de 4.9 t/ha, valor inferior a los datos de la ficha técnica, este comportamiento pudo deberse a los factores locales (suelo y calidad de agua) de Casarabe y que en el ensayo no se

realizaron control de plagas y/o fertilización que pudieron afectar o no al rendimiento final obtenido.

Otras investigaciones como la realizada por Lira, (2004), en un estudio para comparar sistemas de siembra en arroz, en este trabajo se usaron dos tipos de trasplante (SRI y tradicional) y sistema al voleo, con dos variedades de arroz del INTA, obteniendo que los sistemas de trasplante corresponden a los valores altos en rendimiento de grano.

Cordero y Manzaneda, (2021) realizaron un trabajo de evaluación agronómica de seis variedades de arroz (*Oryza sativa*) sembradas en dos épocas bajo riego, en el municipio de San Buenaventura, encontrando que los rendimientos obtenidos en la época seca fueron estadísticamente similares, afirmando que cualquier variedad es recomendable en época seca; en época húmeda se encontraron diferencias, también estableció que las nuevas variedades de alto rendimiento y el uso de prácticas mejoradas de cultivo de arroz, han demostrado que en zonas que cuentan con la suficiente disponibilidad de agua, es posible obtener elevados rendimientos, dando la posibilidad a los agricultores de ser competitivos y eficientes.

Ochoa *et al.* (2017) realizaron comparaciones de un sistema de intensificación del cultivo de arroz (SICA) con sistemas tradicionales de siembra (siembra por trasplante y al voleo) en la zona de Churute, Ecuador, logrando resultados que mostraron que las plantas cultivadas usando SICA tuvieron un rendimiento por planta más alto, más macollos y más panículas por planta que las

cultivadas usando los métodos tradicionales, es decir, al voleo.

El mejor rendimiento de arroz se logró con el sistema de siembra en línea que fue superior a los otros dos sistemas de siembra bajo inundación. Este rendimiento estimado es además superior a la media nacional, y es cercano a los rendimientos alcanzados en la producción de arroz de zonas donde se usa riego. Además, es importante considerar que en la realización del ensayo no se usaron fertilizantes y no se hicieron control de plagas y enfermedades.

Al evaluar el comportamiento agronómico de la variedad Sicuri en la región de Casarabe, se observó que morfológicamente, la variedad se comporta igual bajo cualquier sistema de siembra, principalmente en los parámetros de número de espigas y longitud de las mismas.

Es importante seguir obteniendo información del comportamiento de la variedad en condiciones de fertilidad y/o control de plagas.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Técnica Humanística Agropecuaria, por brindarnos el espacio para realizar la investigación. Al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal Regional Beni, por la provisión de la semilla. A Edwin Moisés Gonzales Rivera, especialista en el manejo SAS en la interpretación de los resultados. A Diego Tumiri Mamani, responsable en la logística y relacionamiento con autoridades universitarias. A Sandra Acne Huanca, por su apoyo constante con

los estudiantes de la carrera en la realización de las labores culturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cordero, P. y Manzaneda, F. 2021. Evaluación agronómica de seis variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) sembradas en dos épocas bajo riego, en el municipio de San Buenaventura, Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Disponible en línea <http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v8n1/2409-1618-riarn-8-01-3.pdf>
- ETHA. 2014. Jornadas pedagógicas para el mejoramiento curricular institucional. Casarabe Beni.
- FAOSTAT. 2023. Estadísticas mundiales. Disponible en línea <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Lira, E.A. 2004. Evaluación del sistema de intensificación de arroz (*Oryza sativa* L) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en Darío, Matagalpa. Postrera 2003. Tesis. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía Departamento de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. Disponible en línea https://agritrop.cirad.fr/528569/1/document_528569.pdf
- MDRyT. 2020. Boletín informativo del arroz N°6. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras MDRyT. https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/123_0406201417doc_06%20ARROZ.pdf
- MDRyT. 2021. Producción de cereales de arroz con cáscara, año agrícola 2021. Disponible en línea:

https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/resp_form_mdryt.php

Ochoa, E.A.; Álava, E.I.E. & Chica, E.J. 2017. Comparación de un sistema de intensificación del cultivo de arroz (SICA) con sistemas tradicionales de siembra en la zona de Churute, Ecuador. Ciencias Agrarias/Agricultural Sciences. Cienc Tecn UTEQ (2017) 10(1) p 1-6 ISSN 1390-4051; e-ISSN 1390-4043. Disponible en línea. <https://oaji.net/articles/2017/2488-1506726201.pdf>