

EL MISIONERO DEL AGRO

Comparación del sistema intensivo de
cultivo de arroz (SICA) y las formas
tradicionales de siembra en la zona de
Daule, provincia del Guayas

Comparison of intensive rice system (SRI)
traditional and planting in the area of
province Guayas Daule

*Gavilánez Luna Freddy Carlos
Nieto Cañarte Carlos Alberto*



UNIVERSIDAD
AGRARIA DEL ECUADOR
www.uagraria.edu.ec

Comparación del sistema intensivo de cultivo de arroz (SICA) y las formas tradicionales de siembra en la zona de Daule, provincia del Guayas

Comparison of intensive rice system (SRI) traditional and planting in the area of province Guayas Daule

Gavilánez Luna Freddy Carlos

Universidad Agraria del Ecuador

Ciudad de Naranjito, Cdla. Xavier Marcos Stagg, calle S/N, Solar 19, Mz 88

2720815 / 0995309479

fgavilanez@uagraría.edu.ec

Nieto Cañarte Carlos Alberto

Universidad Agraria del Ecuador

Guayaquil: Tungurahua 310, entre Camilo Destruge y García Goyena

0985018512

nietocarlos22@yahoo.com

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el recinto La Alborada de la parroquia Juan Bautista Aguirre, perteneciente al cantón Daule; durante la época seca del año 2013. Este estudio consistió en comparar la respuesta productiva del cultivo de arroz entre el sistema intensivo de cultivo de arroz (SICA), basado en el trasplante temprano (9 días), distancias de siembra cuadradas (25 cm x 25 cm y 50 cm x 50 cm) y suelo húmedo con riego superficial intermitente; y los métodos tradicionales de la zona, tales como la siembra por trasplante y al voleo. El experimento se desarrolló utilizando un diseño de bloques completos al azar, formado de cinco tratamientos e igual número de repeticiones. Las variables evaluadas fueron: el vigor de la planta (escala de 1-5), el macollamiento (escala de 1-5), la altura de planta (cm), el acame (escala de 1-5), el número de panículas por planta, la longitud de la panícula (cm), los granos por panícula, el peso de 1000 granos (g) y el rendimiento (kg/ha); además de la valoración económica de cada tratamiento. Los resultados nos indican que el sistema SICA, con un distanciamiento de siembra de 50 cm x 50 cm (T2), respondió de manera favorable en el vigor de la planta (con un valor de 5, que correspondía a ausencia de acame), macollamiento (10.7 macollos/planta), en el número de panículas por planta (25.4 panículas), en la longitud de la panícula (38.8 cm), en los granos por panícula (167.0 granos) y en el rendimiento (6998.7 kg/ha). Este mismo tratamiento, también resultó con el menor costo por kilogramo de arroz en cáscara producido (\$0.16/kg). Por consiguiente, el sistema de cultivo intensivo del arroz (SICA), utilizando un distanciamiento de siembra de 50 cm x 50 cm, constituye una modalidad que mejora el rendimiento productivo y rentable del cultivo y podría aplicarse en la zona.

Palabras clave: sistema intensivo, siembra por trasplante, siembra al voleo, distanciamiento de siembra

ABSTRACT

The present study was carried out on Alborada site, Juan Bautista Aguirre parish, which belongs to the city of Daule; during the dry season of 2013. This study was to compare the productive response of rice between the System of Rice Intensive (SRI) (SICA, por sus siglas en español) based on the early transplantation (9 days), planting square distances (25 cm x 25 cm and 50 cm x 50 cm) and intermittent wet soil surface irrigation; and traditional methods in the area, such as seeding for transplanting and broadcast. The experiment was developed, using a design randomized complete block, design consisting of five treatments and equal number of repetitions. The variables evaluated were: plant vigour (scale 1-5), tillering, plant height (cm), plant lodging (scale 1-5), number of panicles per plant, panicle length (cm), grains per panicle, 1000-grain weight (g) and yield (kg/ha); besides the economic valuation of each treatment. The results indicate that the SRI system with a distanced planting of 50 cm x 50 cm (T2), responded favorably in force (5, corresponding to the absence of lodging), tillering (10.7 tillers/plant), in the number of panicles per plant (25.4 panicles), the panicle length (38.8 cm) in grains per panicle (167.0 grains) and yield (6998.7 kg/ha). This treatment also resulted in the lowest cost per kilogram of paddy produced (\$ 0.16 / kg). Therefore, the system of rice intensive (SRI), using a planting distance of 50 cm x 50 cm, is a mode that improves productive and profitable crop yield and could be applied in the area.

Keywords: *intensive system, sowing transplant, broadcast seeding, planting distance*

INTRODUCCIÓN

Entre los cereales, el arroz es uno de los cultivos de mayor demanda a nivel mundial después del trigo (FAO, 2004) debido a su alto consumo. A nivel nacional, el consumo anual per cápita es de 53.2 kg, muy cerca de los 58.0 kg/habitante que manifiesta la FAO, (2004) como consumo promedio mundial, mientras que en Colombia y en el Perú tal consumo es de 40,0 y 47.4 kg, respectivamente; lo que respondiendo a dicha demanda, lo convierte en uno

de los cultivos de mayor superficie cultivada en el país y uno de los sectores que mayor contribución al producto Interno Bruto (PIB) agrícola ofrece, con un valor de 9.1% (Diario El Universo, 19/09/2013). Por consecuencia de esto, el arroz es uno de cultivos transitorios que constituye el 43.6% de los de mayor producción; seguido se encuentra el maíz (35.9 %) y la papa (8.4%) (MAGAP, 2013).

El crecimiento recurrente de la demanda a nivel interno y los bajos rendimientos que se obtienen en el cultivo de arroz son un problema que paulatinamente va creciendo. La falta de asistencia técnica, el uso de semillas no certificadas y la falta o el mal manejo del riego son los factores principales que influyen en los rendimientos actuales, los cuales en la mejor situación, llegan a promedios de 4.35 TM/ha (INIAP, s.f.).

Los múltiples factores que controlan el rendimiento productivo de cualquier cultivo no son considerados en igualdad de condiciones por la gran mayoría de agricultores, o peor aún, algunos de éstos ni siquiera son considerados en las labores de cultivo; situación que no es ajena al cultivo de arroz. La potencialidad que pueden desarrollar las variedades mejoradas actuales no es aprovechada, debido a la poca importancia que se le atribuye a cada una de las prácticas que requiere el cultivo. Es así como en datos recientes del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR) se indica que si se pone en práctica un paquete agronómico de siete elementos (siembra en la época oportuna, semilla de buena calidad, nivelación adecuada, buen manejo del agua, control oportuno de malezas, fertilización aplicada a tiempo y asistencia técnica) en el cultivo de las mismas variedades que se siembran actualmente, se puede aumentar la producción de 1 a 2 TM/ha, logrando al mismo tiempo, que su costo disminuya

de 20 a 30% (Degiovanni V., Martínez C. y Motta F., 2010). Por lo tanto, lograr altos rendimientos no sólo está vinculado a la variedad, sino a la interacción con otras prácticas que además permitan la obtención de una mayor rentabilidad (INIAP, 2007).

El riego de los cultivos es un pilar fundamental en el éxito de la actividad agrícola, siempre que su manejo se realice dentro de condiciones más o menos óptimas; ya que tanto en déficit como en condiciones de saturación, la productividad se verá afectada. En los sistemas tradicionales del cultivo de arroz, los excesos de agua son causa de graves daños que están en función de su importancia, especialmente de acuerdo al grado y duración del encharcamiento; produciendo una elongación anormal de los limbos foliares, debilitamiento del color, detención o retraso del ahijamiento en cinco o siete días en el momento de la formación de los primordios paniculares de la floración afectando, consecuentemente, también al rendimiento (Angladette A., 1975). Un ambiente saturado, sin presencia de oxígeno, influye en la reducción del metabolismo de la planta, consecuentemente en su energía para absorber nutrientes, lo que a su vez se traduce en un menor crecimiento radicular y en una disminución del rendimiento (Martín Y. y Morejón R., 2010).

Por otro lado, uno de los requerimientos importantes del cultivo de arroz es la radiación. Las necesidades varían con los diferentes estados de desarrollo del cultivo. Una baja radiación solar en la fase reproductiva determina una marcada disminución en el número de granos, así como en el llenado de éste, y por lo tanto, una disminución del rendimiento (Celi R., 2007). En cuanto a las densidades de siembra, una cobertura adecuada se logra con 150 a 300 plantas/m², no obstante, pueden obtenerse rendimientos satisfactorios de grano con una menor cobertura o un menor número de plantas/m², si las malezas se mantienen bajo control y se fertiliza en forma suficiente y oportuna; asimismo, una menor densidad permite tener un mayor sistema radicular, que a la vez, hace posible una mayor absorción de nutrientes (SAG, 2003).

La necesidad de hacer eficiente la actividad agrícola relacionada al arroz está determinada por la magnitud de los recursos empleados, arrastrando consigo los bajos niveles de rentabilidad y problemas recurrentes de contaminación, en la cual están inmiscuidos alrededor del 80% de los pequeños agricultores, de manera general. Bajo esta premura y por accidente, nace en Madagascar una alternativa de cultivo conocida como Sistema Intensivo de Cultivo del Arroz (SICA, SRI por las siglas en inglés); basada en utilizar densidades de siembra relativamente amplias, con trasplantes

no más allá de 15 días y utilizando suelos no encharcados (húmedos) y dando como resultado incrementos importantes del rendimiento (Gil J., 2008).

El método SICA fue desarrollado entre los años 1983 - 1984 por el padre Henri de Laulanie y consiste en: 1) Trasplantar plántulas de 8 a 15 días o con dos hojas verdaderas, lo que reduce el choque y aumenta la habilidad de la planta para aumentar retoños y raíces durante su etapa de crecimiento vegetativo. 2) Una planta por sitio; lo que hace que tengan espacio para extenderse y no compitan con otras plantas de arroz por luz y nutrientes. 3) Amplio espaciamiento, que asegura un mayor espacio para el crecimiento del sistema radicular de las plantas, mayor exposición al brillo solar, aire y nutrientes; reportándose los máximos rendimientos en buenos suelos con distancias de 50 cm x 50 cm (4 plantas/m²). 4) Condiciones de suelo húmedo sin inundación, con lo cual se evitan condiciones hipóxicas (falta de oxígeno) para las raíces, que ocurren en el cultivo tradicional con láminas de agua constante, lo que a su vez impide que se pierdan $\frac{3}{4}$ del sistema radicular al momento que las plantas llegan a la etapa de floración. Nótese que estos componentes del SICA permiten reducir las dosis de semillas, que en estudios al respecto se han requerido hasta 7 kg/ha en vez de los 107 kg/ha que necesita el cultivo tradicional (Berkelaar D., 2001).

A nivel nacional, las experiencias realizadas con la metodología del SICA son escasas. Apenas se tienen datos sobre experimentos validados en la zona productora del cantón Daule, en la provincia del Guayas, en donde con un distanciamiento de 40cm x 40 cm, realizando el trasplante a los 10 días, con aplicaciones de compost y utilizando una semilla por sitio, reportan resultados de rendimiento de 8.8 TM/ha (Gil J., 2008).

Con la técnica del SICA, la cantidad de agua puede reducirse hasta la mitad de la que se utiliza en piscinas con láminas permanentes de agua durante el cultivo (Berkelaar D., 2001); situación que puede restringir el normal desarrollo radicular. La técnica SICA utiliza un tipo de riego de intermitencia, tratando de mantener al suelo con una humedad alrededor de su capacidad de campo. Esta intermitencia del riego permite airear al suelo, y a la vez, favorecer el desarrollo de microorganismos cuyas enzimas facilitan la conversión de los fertilizantes al estado de asimilación; situación que le confiere un suficiente vigor a las plantas para tener una mayor cantidad de macollos, y por ende, mejorar el potencial productivo del cultivo (Fernández A., 2013).

Existen varios estudios que respaldan los supuestos beneficios del SICA, en donde se ha logrado optimizar el proceso productivo del arroz. Con este sistema existe una reducción de entre 35 a 40 % en la cantidad de semillas

utilizadas para siembra, respecto de los sistemas tradicionales; incrementos en el rendimiento de hasta 2.0 TM/ha; aumento del número de macollos, del sistema radicular y un ahorro de agua de 3300 m³/ha por campaña y Morejón R., 2010).

En la India, el método SICA ha permitido aumentar más del 30% de la producción de arroz, tanto así que de 3 TM/ha puede llegar a hasta 5TM/ha con este sistema; incluso ha disminuido la utilización del recurso hídrico, siendo esta una fuente limitante y crítica en ese país. Por otro lado, también se ha comprobado que no produce emisiones de metano en la magnitud como sucede con los métodos tradicionales. Por este motivo y porque se ha demostrado la efectividad de este sistema en otros países, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) por sus siglas en inglés, recomienda su utilización en los países en desarrollo, como alternativa para mejorar la producción y para ahorrar agua (Diario ABC Color, 03/10/2007).

Bajo los argumentos planteados, ¿será posible que una metodología de cultivo como el SICA sea la alternativa para mejorar la productividad del cultivo de arroz en la zona de Daule? Son muchos los testimonios que favorecen las bondades que ofrece el SICA, por lo que en esta investigación se partió desde este supuesto y se planteó como objetivos, comparar los efectos agronómicos y rentables entre la técnica SICA y las técnicas tradicionales de cultivar el arroz en la zona antes mencionada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el recinto La Alborada de la parroquia Juan Bautista Aguirre del cantón Daule, entre los meses de septiembre a diciembre del año 2013. En un suelo de textura arcillosa, en una zona donde la temperatura media es de 25.05 °C, humedad relativa de 78% y con valores de insolación de 3.2 h/día (base de datos de CLIMWAT - FAO).

La variedad de arroz utilizada fue la INIAP 15. La fórmula fertilizante aplicada fue 100 - 50 - 80, aplicando el nitrógeno en tres partes (28 de septiembre, 13 de octubre y 29 de octubre); mientras que el fósforo y el potasio en una sola aplicación inicial, inmediatamente después de “fanguear” (desmenuzar el suelo en presencia de una lámina de agua) el suelo.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con 5 repeticiones y compuesto de los 5 tratamientos siguientes: SICA 1, utilizando 4.3 kg/ha de semilla, con trasplante a los 9 días, densidad de 25 cm x 25 cm, suelo húmedo y una planta por sitio (T1); SICA 2, con las condiciones de SICA 1, pero con 1.2 kg/ha de semilla y a una densidad de 50 cm x 50 cm (T2); Métodos tradicionales: trasplante a los 30 días, suelo inundado, distancia de 20 cm x 20 cm y 3 plantas

por sitio (T3); Siembra al voleo, suelo inundado y utilizando 45 kg/ha de semilla pre-germinada (T4); y Siembra al voleo, suelo inundado con 68 kg/ha de semilla pre-germinada (T5). El riego en el método del SICA, consistió en mantener al suelo con la humedad suficiente sin llegar a la inundación, cuya frecuencia de aplicación estuvo entre los 4 y 8 días, de acuerdo al desarrollo del cultivo.

La valoración estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza y la comparación de promedios a través del test de Tukey ($P < 0.05$), utilizando el software estadístico IBM SPSS 20.0.

Las variables evaluadas fueron el vigor de la planta (escala visual arbitraria de 1 a 5, donde el valor mayor correspondía a plantas muy vigorosas), el macollamiento por planta, medido a los 60 días; el acame de la planta (con escala visual arbitraria de 1 a 5, donde el valor mayor fue ausencia de acame) a los 110 días; la altura de planta (cm) y panículas/planta en 10 plantas de la parcela útil; longitud de panícula (cm) y granos/panícula en 10 panículas de la parcela útil; peso de 1000 granos (g) y el rendimiento (kg/ha) de la parcela útil. Por otro lado se realizó también el costo unitario de producción (\$/kg), (sin considerar el costo de cosecha).

RESULTADOS

El análisis de varianza (ANDEVA) realizado con los datos de cada una de las variables que se indican en la tabla 1, a excepción de la altura de planta, presentaron variación significativa ($P < 0.05$). Adicionalmente, el test de Tukey al 5% de probabilidad determinó que los tratamientos 1 y 2 (SICA 1 y SICA 2) fueron los que reportaron el mayor vigor de planta, con un valor de 5 para ambos tratamientos en comparación con el (T5) siembra al voleo (68kg/ha) que se obtuvo un valor de 2, siendo estas las plantas con menor vigor. Con respecto al macollamiento, el tratamiento 2 obtuvo el mayor promedio estadístico,

con un valor de 10.7 macollos/planta. En relación al acame de las plantas, únicamente existió un ligero volcamiento en el tratamiento 5 (Voleo con densidad de 68kg/ha), consiguiendo un valor de 4 en comparación a los otros tratamientos que se obtuvo una valoración de 5, hallando ninguna diferencia significativa entre ellos. Los análisis estadísticos tienen el suficiente nivel de aceptabilidad de acuerdo a la magnitud de los valores del coeficiente de variación obtenido en cada una de las variables, los cuales fueron inferiores al 30%.

Tabla N° 1: Promedios del vigor, número de macollos por planta, altura de planta (cm) y del acame.

TRATAMIENTOS	VIGOR*	MACOLLOS POR PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	ACAME**
T1 SICA 1	5 a	7.3 b	102.9 a	5 a
T2 SICA 2	5 a	10.7 a	105.7 a	5 a
T3 Trasplante tradicional	3 b	6.5 b	101.6 a	5 a
T4 Voleo con dens. de 45 kg/ha	4 c	6.2 b	105.7 a	5 a
T5 Voleo con dens. de 68 kg/ha	2 d	5.1 b	100.2 a	4 b
CV (%)	5.3	17.7	3.3	4.2

Test Tukey ($P < 0.05$) . Letras iguales no difieren estadísticamente.

*Vigor: 1: Pequeñas y débiles, 2: Pequeñas con poco vigor, 3: Vigor moderado, 4: Vigor aceptable, 5: Muy vigorosas

**Acame: 1: Acame total, 2: 75% del lote acamado, 3: Acame moderado, 4: Con tendencia al acame, 5: Ausencia de acame.

Fuente: Autores
Elaborada: Autores

Luego que el ANDEVA detectó variación significativa ($P < 0.05$) entre los datos de las variables que se indican en la tabla 2, a excepción del peso de 1000 granos, la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estableció la clasificación de promedios que se indica en esta tabla. Puede notarse en el caso de panículas por planta y de granos por panícula, el tratamiento que resultó con el mayor promedio fue el T2 (SICA 2), con valores de 25.4 y 167.0, respectivamente. En el caso de longitud de panícula, los tratamientos T1(SICA1) y T2(SICA2) fueron los de mayor promedio estadístico, con valores de 36.6 y 38.8, en su orden. En el peso de 1000 granos los efectos fueron estadísticamente iguales. Los análisis estadísticos realizados revelan que los datos tienen la suficiente confianza de acuerdo al coeficiente de variación reportado ($CV < 30\%$).

Tabla N° 2: Promedios de panículas por planta, longitud de panícula (cm), granos por panícula y peso de 1000 granos (g).

TRATAMIENTOS	PANÍCULA POR PLANTA	LONGITUD DE PANÍCULA (cm)	GRANOS POR PANÍCULA	PESO 1000 GRANOS (g)
T1 SICA 1	17.1 b	36.6 a	149.3 ab	27.03 a
T2 SICA 2	25.4 a	38.8 a	167.0 a	27.01 a
T3 Trasplante tradicional	11.5 c	33.5 ab	143.0 b	27.00 a
T4 Voleo con dens. de 45 kg/ha	12.7 bc	27.7 bc	140.4 b	27.02 a
T5 Voleo con dens. de 68 kg/ha	8.0 c	23.6 c	130.9 b	26.97 a
CV (%)	17.2	8.3	7.1	0.20

Test Tukey ($P < 0.05$) . Letras iguales no difieren estadísticamente.

Fuente: Autores
Elaborada: Autores

Con respecto al rendimiento, de acuerdo al ANDEVA, presentó variación altamente significativa ($P < 0.01$). La clasificación estadística de los promedios realizada por el test de Tukey ($P < 0.05$), estableció que los tratamientos que reportaron los mayores promedios fueron el tratamiento 1 y el 2 (SICA 1 y SICA 2), con valores de 6475.92 kg/ha y 6998.70 kg/ha, respectivamente; mientras que el tratamiento con el menor promedio fue el T5 (Voleo con densidad de 68 kg/ha), con un valor de 3625.74 kg/ha (tabla 3). Asimismo, los datos tienen la confianza necesaria de acuerdo a lo indicado por el coeficiente de variación obtenido ($CV = 4.1\%$) . En el caso de la valoración económica unitaria de producción (sin considerar los costos de cosecha), el tratamiento 2 (SICA 2), se presentó como el de menor costo por unidad de arroz en cáscara producida, reportando un valor de 0.16 \$/kg.

Tabla N° 3: Promedios de rendimiento (kg/ha) y costo unitario de producción (\$/kg).

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO* (\$/kg)
T1 SICA 1	6475.92 a	0.18
T2 SICA 2	6998.70 a	0.16
T3 Trasplante tradicional	4585.74 c	0.27
T4 Voleo con dens. de 45 kg/ha	5310.56 b	0.21
T5 Voleo con dens. de 68 kg/ha	3625.74 d	0.32
CV (%)	4.1	

*Valor sin considerar los costos por cosecha.

Test Tukey ($P < 0.05$) . Letras iguales no difieren estadísticamente.

Fuente: Autores

Elaborada: Autores

DISCUSIÓN

Utilizar un mayor distanciamiento, en alguna medida, ha incidido para qué tratamientos como el SICA 1 y SICA 2, hayan resultado con los mayores promedios del vigor de la planta (escala 5), granos por panícula (149.3 y 167.0, respectivamente) y de rendimiento (véase la tabla 3). En este sentido, se comparte lo manifestado por Celi R. (2007), quien dice que los niveles de radiación y de luminancia solar en plantas de arroz que tienen un distanciamiento mayor respecto de los sistemas tradicionales, permiten que los limbos foliares estén más expuestos, con lo que la planta presenta un mayor vigor, un mayor número de granos por panícula y un mayor rendimiento. La falta de oxigenación en la etapa

vegetativa del cultivo crea situaciones de anaerobiosis que de alguna manera afectan al sistema radicular (Berkelaar D., 2001), incidiendo también en el macollamiento, y consecuentemente, en el rendimiento (Angladette A., 1975). Los riegos sin inundación o intermitentes permiten la aireación en el suelo que favorecen los procesos de conversión de nutrientes a las formas asimilables de las plantas, resultando plantas de mayor vigor y capacidad productiva (Fernández A., 2013); criterio que se corrobora con los resultados de los tratamientos SICA 1(T1) y SICA 2(T2), los cuales, tal como se puede observar en las tablas 1 y 3, fueron los que presentaron el mayor vigor en las plantas y los rendimientos más elevados.

Además, este último criterio, también se puede evidenciar al observar los valores obtenidos en el SICA 2(T2) con una densidad de 50 cm x 50 cm, en donde de un valor de 10.7 macollos/planta, este valor se reduce a 5.1 macollos/planta en el sistema de siembra tradicional al voleo con 68 kg/ha de semilla asperjada (T5); situación que se repite en el rendimiento, en donde el tratamiento T2 reportó una media de 6998.70 kg/ha, mientras que en T5 esta media fue 3625.74 kg/ha.

Por otro lado, la ubicación de una sola planta por sitio a distanciamientos relativamente amplios, proporciona a las plantas de arroz mayor espacio para la exploración radicular y una mayor obtención de nutrientes, siempre que los fertilizantes se los adicione oportunamente y se controle adecuadamente las malezas (SAG, 2003); así como una reducción de la competencia entre plantas de la misma especie que sucede en los sistemas tradicionales en donde los distanciamientos son más reducidos y se colocan entre 3 a 4 plantas por sitio (Berkelaar D., 2001).

Un mayor distanciamiento entre plantas también favorece un mayor anclaje del sistema radicular, lo cual se deduce en los resultados obtenidos en el presente

estudio, en donde el sistema de siembra tradicional al voleo, utilizando una densidad de semilla de 68 kg/ha, presentó una mayor propensión al acame. Asimismo, las plantas únicas con mayores distanciamientos, de acuerdo a los resultados reportados, no fueron afectadas en el peso de los granos; sin embargo, al tener mayor espacio, la planta logra un mayor número de panículas y una mayor elongación de la misma, lo que se traduce en más granos por panícula; lo que coincide con lo reportado para los tratamientos SICA 1 y SICA 2, quienes obtuvieron los más altos promedios de granos/panícula, con valores de 149.3 y 167.0, respectivamente.

El uso del sistema SICA, por la sugerencia que inducen los resultados obtenidos, permitieron una reducción de las semillas empleadas, que no rebasaron el 10% de las cantidades utilizadas, tanto en la técnica de siembra por trasplante y al voleo, evaluadas en el actual estudio; además de lograr incrementar los rendimientos entre 1.0 y 3.0 TM/ha. Estos resultados concuerdan con lo indicado por Martín Y. y Morejón R. (2010), quienes dicen que la metodología del SICA reduce la cantidad de semillas e incrementan los rendimientos del cultivo.

Por otro lado los costos unitarios logrados con la técnica del SICA, en la tabla 3 pueden notarse que son claramente inferiores a los costos que se obtuvieron para las formas tradicionales de cultivo (trasplante y voleo). Tales costos unitarios de \$0.16/kg (SICA 1) y \$0.18/kg (SICA 2), prácticamente corresponden al 50% de los costos promedios de la zona, que están alrededor de \$0.35/kg (Deducido de rendimientos promedios de 3700 kg/ha a un costo de \$1300/ha, indicado por varios agricultores del sector).

Además, se puede decir que la aplicación

de este tipo de sistema(SICA) implica la consideración y la sinergia de varios factores que deben ser mantenidos exclusivamente para poder obtener resultados; por lo tanto, coincide con lo manifestado por Celi R. (2007), al indicar que el logro de altos rendimientos no sólo está vinculado a la variedad, sino a la interacción con otras prácticas que además permitan la obtención de una mayor rentabilidad; concepto que se evidencia al comparar la metodología del SICA con las formas tradicionales de cultivo evaluadas, ya que en ambos métodos se utilizó una misma variedad de semilla.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se puede concluir que el método SICA, basado en la realización del trasplante en forma más temprana, al utilizar una sola plántula de arroz por sitio con mayor distanciamiento y manteniendo el suelo en estado húmedo sin encharcamiento durante la etapa vegetativa del arroz, se mejoran las cualidades productivas del cultivo en cuanto a un mayor número de macollos por planta, y por ende, un mayor número de panículas por planta.

Adicionalmente en el método SICA, que permite más espacios a las plantas,

incrementa la longitud de las panículas, y en consecuencia, el número de granos por cada una de ellas; sin embargo, al parecer el llenado de grano no es influenciado por esta metodología de cultivo, lo cual se deduce que en el presente estudio no se obtuvo diferencia significativa en el peso de los 1000 granos.

Por último, la metodología del SICA puede servir como una alternativa para mejorar el rendimiento productivo del cultivo, y con los debidos cuidados, la rentabilidad del mismo.

RECOMENDACIONES

Es recomendable, dado que la metodología no es tan conocida a nivel nacional y el agricultor común sólo es convencible con hechos, es necesario la replicación de esta técnica a nivel experimental, ya sea con las mismas

condiciones con las que se desarrollo esta investigación o modificando éstas, como por ejemplo la adición de materia orgánica al suelo, que es uno de los factores que se manejaron cuando la metodología se aplicó por primera vez.

BIBLIOGRAFÍA

- Angladette A., (1975). El arroz: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Ediciones Blume. Barcelona - España. 1era. Edición. 867 pág.
- Berkelaar D., (2001). SRI, el sistema para intensificación del arroz: menos puede ser más. Revista EDN: ECHO notas de desarrollo. Vol. 70. Pág. 1 - 3. América Latina. Tomo I. Centro Interamericano de Agricultura Tropical (CIAT).
- Celi R., (2007). anual del cultivo de arroz. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Manual N° 66.
- Degiovanni V., Martínez C. y Motta F., (2010). Producción eco-eficiente del arroz en América Latina. Tomo I. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf Último acceso: 10 de diciembre del 2014).
- Diario ABC COLOR. WWF recomienda cultivo intensivo de arroz para ahorrar agua y aumentar producción. Publicación: 03 de octubre del 2007. Disponible en: <http://www.abc.com.py/ciencia/wwf-recomienda-cultivo-intensivo-de-arroz-para-ahorrar-agua-y-aumentar-produccion-1013630.html> (Último acceso: 10 de agosto del 2014).
- Diario El Universo. Un promedio de 117 libras de arroz al año consume cada ecuatoriano. Publicación del 19 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/noticias/2013/09/19/nota/1462276/promedio-117-libras-arroz-ano-consume-cada-ecuatoriano> (Último acceso: 15 de septiembre del 2014).
- FAO. (2004). Perspectiva a plazo medio de los productos básicos agrícolas: proyecciones al año 2010. Documentos de la FAO sobre productos básicos y comercio. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5143s/y5143s00.pdf> (Último acceso: 20 de septiembre del 2014).
- Fernández A. (2013). El Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (SICA). LEISA Revista de agroecología, vol. 29. Pág. 14. Perú.
- Gil Ch, J. (2008). Cultivo de arroz Sistema intensificado SICA-SRI en Ecuador. Disponible en: <http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/ecuador/EcuGilLibroCultivodiArroz08.pdf> (Último acceso: 10 de agosto del 2014).
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). S.f. Programa Nacional del Arroz. Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=16:arroz&catid=6:programas (Último acceso: 20 de agosto del 2013).
- INIAP. (2007). Manual del cultivo de arroz. Manual N° 66. Segunda edición. p. 21.
- Martín Y. y Morejón R. (2010). El sistema intensivo de cultivo del arroz (SICA) disminuye la cantidad de semillas para la siembra, aumenta los rendimientos agrícolas y ahorra el agua de riego. Revista Cultivos Tropicales, vol. 31, n° 1. La Habana - Cuba.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2013). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua se presentó en Guayaquil. Ecuador. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-se-presento-en-guayaquil/> (Último acceso 20 de agosto del 2013).
- Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). (2003). Manual técnico para el cultivo de arroz. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Comayagua - Honduras. Disponible en: <http://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf> (Último acceso: 10 de marzo del 2013).