

# TIEMPO DE TRASPLANTE EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ARROZ *Oryza sativa*, INIAP-11

## TRANSPLANTING TIME ON YIELD OF INIAP-11 RICE *Oryza sativa*

Cristian Sergio Valdivieso López y Lenin Oswaldo Vera Montenegro

Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM), sitio El limón, Calceta, Manabí, Ecuador

Contacto:crivaldi8@hotmail.com

### RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la productividad del cultivo del arroz mediante el estudio del tiempo óptimo de trasplante. Se plantearon 4 tratamientos para la investigación; trasplantar a los 25 días de germinación (dg) como testigo (T), a los 20 dg (T1), a los 15 dg (T2) y a los 10 dg (T3), cada uno con 5 réplicas, con un diseño experimental DBCA. Se utilizó la variedad INIAP-11. Al evaluar los tratamientos se observó que el T3 fue la mejor variante en cuanto al número de macollos/planta (37,02); en lo referente a producción obtuvo el mayor rendimiento con 4,9 Mg.ha<sup>-1</sup>; también desde el punto de vista económico fue el más rentable, con una utilidad de 2125,99 (USD/ha), por lo que se concluye que el trasplante de arroz a los 10 días de germinado potencializa el desarrollo agro productivo.

**Palabras clave:** Arroz, trasplante temprano, SICA.

### ABSTRACT

The present study aimed to evaluate rice yield by studying the optimum transplanting time. For the purpose, four treatments were established; transplanting at 25 days after seeding (control), at 20 days after seeding (T1), 15 days after seeding (T2), and 10 days after seeding. The experiment was a randomized complete block design with five replicates for each treatment using the variety INIAP-11. After assessing the treatments, T3 showed the best results regarding to tiller number per plant (37,02), yield 4,9 Mg.ha<sup>-1</sup>; and it was the most profitable as well, with earnings of 2125,99 (USD/ha), it is therefore concluded that rice transplanting 10 days after seeding promotes agricultural development.

**Keywords:** Rice, early transplanting, SICA



Recibido: 01 de diciembre de 2017

Aceptado: 09 de mayo de 2018

ESPAMCIENCIA 9(1): 07-12/2018

## INTRODUCCIÓN

En Ecuador, durante décadas, los agricultores han manejado el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) mediante el uso de técnicas tradicionales; entre estas técnicas de manejo está el trasplante tardío, la cual es una práctica cultural poco eficiente, presentando menor cantidad de macollamiento y por ende bajos rendimientos. La provincia de Manabí participa con el 6,15% del total de producción de arroz en el Ecuador, es decir 44,783 Mg siendo la tercera provincia más productora detrás de Guayas con el 58,96% y Los Ríos 29,81%. De acuerdo con el MAGAP (2012) e INEC (2014) el Ecuador mantiene una productividad nacional en un rango de 3,65 a 4,00 Mg.ha<sup>-1</sup>, con un promedio de la producción de 3,85 Mg.ha<sup>-1</sup>. Según Stirling (2014), la producción mundial de arroz en los últimos años ha crecido 1,0% anual.

En muchos países del mundo, el trasplante de plántulas jóvenes (10-12 días), permite preservar el potencial de crecimiento de retoños y de las raíces, lo que es reflejado en la productividad. China pasó de 2,00 a 8,00 Mg.ha<sup>-1</sup>; Cuba por ejemplo, de 6,60 a 12,90 Mg.ha<sup>-1</sup>, Perú de 9,00 a 14,00 Mg.ha<sup>-1</sup> (Gil, 2008). De igual manera, Kendo (1993) argumenta que trasplantes tempranos, antes de los 25 días incrementan la productividad, esto ayuda a controlar el stress post trasplante y favorece el macollamiento. Además, es importante conocer y comprender los procesos fisiológicos de la planta para lograr un rendimiento elevado del cultivo (Maqueira *et al.*, 2010).

Con el trasplante de posturas se garantiza una población uniforme y por ende una mayor seguridad de obtener rendimientos superiores que en siembras directas con semillas secas y distribuidas a voleo sobre el terreno. En el caso del SICA (Sistema Intensivo de Cultivo de Arroz), el trasplante se realiza con posturas jóvenes de menos de 15 días de germinadas y la comparación se realiza con posturas trasplantadas con una edad promedio de cuatro semanas (Socorro *et al.*, 2009).

Con la metodología SICA, al realizar trasplantes más jóvenes (9-12 días) produjeron tallos más robustos: 60 a 80 panículas por planta. Según Martín *et al.* (2010), estudios fisiológicos hacen mención que el trasplante temprano de plántulas de arroz antes de los 15 días puede expresar su potencial genético para incrementar el ahijamiento y por ende la productividad. Para Stoop (2013), el establecimiento temprano de la plántula de arroz es vital para un buen desarrollo radical y lograr mejores rendimientos. La metodología SICA ha incrementado al menos los rendimientos de cualquier variedad ensayada. No son necesarios insumos adicionales para que un agricul-

tor se beneficie de este método, deben trabajar con cualquier variedad que estén utilizando ahora (Ney, 2009).

La técnica conocida como el Sistema Intensivo de Cultivar Arroz (System of Rice Intensification SRI) fue desarrollada en Madagascar por el agrónomo Henri de Laudani entre 1983 y 1984 trabajando con un pequeño grupo de productores. Entre las ventajas de este sistema es que demanda menor cantidad de semilla, menor cantidad de agua de riego. Los rendimientos obtenidos bajo estos sistemas se han incrementado de 2 a 10 Mg.ha<sup>-1</sup>, solo rompiendo las reglas convencionales del manejo del cultivo de arroz (Viteri, 2006). Según Gil (2008), en Ecuador se ha validado esta tecnología empleando material INIAP-16 obteniendo resultados de 8,8 Mg.ha<sup>-1</sup>.

Por lo consiguiente la investigación tuvo como objetivo evaluar la productividad del cultivo del arroz mediante el estudio del tiempo óptimo de trasplante, previendo que el trasplante más temprano daría mejores resultados según lo argumentado por Díaz *et al.* (2011).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El T1 en la variable de altura de planta fue el tratamiento de mayor altura, presentando diferencia estadística con el resto de los tratamientos, alcanzando una altura promedio de 1,40 m, a diferencia de lo encontrado por Martín *et al.* (2010) quienes no obtuvieron diferencias significativas para esta variable. Además es importante resaltar que pese a que el T1 obtuvo la mayor altura de planta, en la variable de tallos fértiles por macollo obtuvo una segunda categoría, pudiéndose interpretar que al crecer más de lo normal, el gasto energético fue mayor y por ende no produjo igual número de tallos por macollo que los otros tratamientos.

**Cuadro 1.** Características agronómicas de la variedad de arroz INIAP 11.

Características agronómicas	Unidad	INIAP 11
Rendimiento	Mg.ha <sup>-1</sup>	4 – 9
Rendimiento (riego, trasplante)	Sacas	61 a 100
Rendimiento (secano, siembra directa)	Sacas	55 a 62
Ciclo vegetativo (riego, trasplante)	Días	119 a 129
Ciclo vegetativo (secano, siembra directa)	Días	112 a 115
Altura de planta (riego, trasplante)	cm	79 a 91
Altura de planta (secano, siembra directa)	cm	97 a 105
Número de panículas/planta (riego, trasplante)		15 a 31
Longitud de grano	mm	7,2
Ancho del grano	mm	2,05
Peso de 1000 granos	g	26

Se realizó un ensayo con 4 tratamientos; primero, un testigo (T) que se trasplantó a los 25 dg; luego (T1) a los 20 dg; después (T2) a los 15 dg y por último, un (T3) a los 10 dg; cada tratamiento tuvo 5 réplicas, es decir, 20 unidades experimentales de 16 m<sup>2</sup> (4 m x 4 m) cada una. Es de señalar que, para el testigo (T) se utilizó un marco de plantación tradicional de 0,25 x 0,25 m., mientras que para los trata-

mientos T1, T2 y T3 se utilizó un marco de plantación de 0,40 x 0,40 m.

Todas las unidades experimentales se manejaron con riego por inundación, control de malezas mediante método químico y manual y la fertilización estuvo acorde a lo recomendado por Quintero *et al.* (2011).

**Cuadro 2.** Fertilización durante el ciclo de cultivo. Dosis por unidad experimental

7 días después de trasplante	Testigo (T)	T1	T2	T3
		250 g abono 8-20-20, + 200 g urea		
12 días después de trasplante	250 g abono 8-20-20, + 200 g urea			
22 días después de trasplante		200 g urea		
35 días después de trasplante		200 g urea		
Total de N-P-K en kg.ha <sup>-1</sup> *	127,5 N; 31,25 P; 31,25 K	180 N; 31,25 P; 31,25 K		

\*Los valores de total de N-P-K kg.ha<sup>-1</sup> resultaron de una regla de 3 simple

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables vegetativas

#### Plantas con estrés (%):

Se pudo observar que hay una respuesta favorable en la recuperación de las plantas al estrés post trasplante, especialmente en las plantas trasplantadas tempranamente, siendo estas las que se recuperaron más rápido, teniendo al noveno día el T3 sólo el 30% de plántulas estresadas. Similar a lo que menciona PROA (2005), que al trasplantar entre 8 a 12 días cuando estas tienen dos hojas, se facilita la recuperación de las plántulas de arroz; sin embargo, no muestra diferencia estadística significativa.

#### Altura de planta (cm):

El T1 en la variable de altura de planta fue el tratamiento de mayor altura, presentando diferencia estadística con el resto de los tratamientos, alcanzando una altura promedio de 1,40 m, a diferencia de lo encontrado por Martín *et al.* (2010) quienes no obtuvieron diferencias significativas para esta variable.

#### Número de tallos y tallos fértiles por macollo:

En la variable de tallos/macollo, el T3 alcanzó 37 y para el rendimiento de tallos fértiles/macollo, el mismo tratamiento fue el que sobresalió con 36,22 macollos fértiles presentando diferencia estadística con el resto de los tratamientos; resultados que contrastan con Acosta (2011) y Gil (2011), quienes obtuvieron una mayor producción de macollos cuando utilizaron plántulas de menor edad para el trasplante.

**Cuadro 3.** Resultados agronómicos de la variedad de arroz INIAP 11.

Tratamientos	Días al trasplante	Plantas con estrés (%)	Altura de planta (cm)	Nº tallos por macollo	Nº tallos fértiles por macollo
		Media	Media	Media	Media
T	25	50	115,8 ab	16,1 c	16,1 c
T1	20	42	139,6 a	28,6 b	28,3 b
T2	15	36	114,4 ab	33,5 ab	33,1 ab
T3	10	30	110,4 b	37,0 a	36,2 a
Promedio		40	120,05	28,80	28,41
P		0,07	0,025	0,032	0,028

## VARIABLES PRODUCTIVAS

### Granos/espiga:

En cuanto a la variable número de granos por espiga, se mostró que el tratamiento Testigo fue el más sobresaliente, obteniendo 91,76 granos por espigas, resultados semejantes a los obtenidos por INIAP (2014), que pudo obtener 88 granos por espiga. A diferencia de Acosta (2011), quien al realizar su estudio obtuvo 155,22 granos por espiga, empleando la variedad mejorada F733.

### Peso de 1000 granos (g):

Esta variable no presentó diferencia estadística. Se obtuvo resultados semejantes a los promedios de las características genotípicas propias de la variedad INIAP-11.

### Rendimiento Kg/ha:

En cuanto al rendimiento cosechado por hectárea, el tratamiento T3 fue el que más se destacó con un rendimiento de 4,95 Mg.ha<sup>-1</sup>, a diferencia de Acosta, (2011), quien utilizando el mismo sistema alcanzó un rendimiento de 6,97 Mg.ha<sup>-1</sup>, y de igual manera con Gil (2011) quien con el grano húmedo y con impurezas logró una producción de 8,80 Mg.ha<sup>-1</sup>. Además, Monasterio *et al.* (2012) afirman que todas las prácticas que promuevan el macollaje, el crecimiento temprano y que finalmente generen mayor número de espiga por unidad de superficie, darán como resultado rendimientos más altos

**Cuadro 4.** Comportamiento de los indicadores productivos evaluados en el cultivo de arroz.

Tratamientos	Granos/espiga		Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento Kg/ha
	Media	Media	Media	Media
T	65,12	c	25,55	4598,41
T1	91,76	a	25,45	4587,94
T2	88,72	ab	25,4	4675,24
T3	86,4	b	25,28	4953,02
p	0,032		0,065	0,036

## ESTIMACIÓN ECONÓMICA

Según la estimación económica, el tratamiento que presentó mayor costo de producción durante su ciclo de vida fue el tratamiento (T) con un valor de 1200 USD/ha, que produjo el menor beneficio neto (1834,95 USD/ha), a diferencia del T3, cuyo costo de producción fue de 1120 USD/ha; tratamiento más rentable con un beneficio neto de 2148,99 USD/ha. Algo similar es lo que menciona Styger (2013), al reconocer que este sistema fue validado en 51 países y que los informes citan constantemente aumentos en el rendimiento, disminución en la utilización de semilla y aumento en los ingresos.

**Cuadro 5.** Estimación económica de los tratamientos en la investigación.

Rubro	Tratamiento			
	T	T1	T2	T3
Rendimiento promedio (kg/ha)	4598,41	4587,94	4675,24	4953,02
Beneficio bruto (USD/ha)	3034,95	3028,04	3085,66	3268,99
Costo insumos (USD/ha)	600	640	640	640
Costo mano de obra (USD/ha)	600	480	480	480
Costo variable total (USD/ha)	1200	1120	1120	1120
Beneficio neto (USD/ha)	1834,95	1908,04	1965,66	2148,99

## CONCLUSIONES

El trasplante temprano de arroz, preferiblemente a los 10 días de germinado, potencializa las características productivas del cultivo, además favorece a una recuperación más rápida del estrés del trasplante, tiene un rendimiento cercano a 5 Mg.ha<sup>-1</sup> y un beneficio neto de 2125,99 USD\$/ha.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, J. 2011. Evaluación del Sistema Intensivo de Cultivo Arrocero (SICA). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Cundinamarca. Tolima, COL.
- Díaz, S; Cristo, E; Morejón, R; Shiraiishi, M. y Dhanapala, M. 2011. Evaluación morfoagronómica de germoplasma de arroz de diferente origen y grupo varietal. Ibaraki, CU. Revista Cultivos Tropicales. 32(4): 56 – 54.
- Gil, J. 2008. Cultivo de arroz sistema intensificado SICA-SRI en Ecuador. (En línea). Consultado el 5 de

Octubre del 2014. Formato (PDF). Disponible en <http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/ecuador/EcuGilLibro-CultivodiArroz08.pd>

- Gil, J. 2011. Sistema intensificado de cultivo de arroz, experiencias y vivencias de Ecuador. (En línea). Consultado el 24 de octubre de 2014. Formato (PPT). Disponible en <http://www.slideshare.net/SRI.CORNE-LL/1173-sistema-intensificado-de-cultivo-de-arroz-experiencias-y-vivencias-de-ecuador>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2011. Sistema Agroalimentario del Arroz. (En línea). Consultado el 10 de Octubre del 2014. Formato (PDF). Disponible en <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Arroz.pdf>
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2014. Nueva variedad de arroz INIAP 14. (En línea). Consultado el 7 de febrero del 2014. Formato (PDF). Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/nsite/imagenes/documentos/Fenarroz.%20Nueva%20variedad%20de%20arroz%20INIAP%2014%20Filipino..pdf>
- Kendo, S. 1993. Guía para cultivar arroz por trasplante y cosecha mecanizada. (En línea). Consultado el 10 de Junio del 2014. Formato (Doc). Disponible en <http://producirmejor.net/Libros/arroz/arroz15.pdf>
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca). 2012. Informe situacional de la cadena de arroz. Informe mensual N°1. p 1- 4.
- Maqueira, L; Torres, W. y Pérez, S. 2010. Crecimiento y productividad de variedades de arroz de diferentes ciclos en dos fechas de siembra. Habana, CU. Cultivos Tropicales. 31(4): 87 - 92.
- Martín, Y; Soto, F; Rodríguez, Y. y Morejón, R. 2010. El sistema intensivo del cultivo del arroz (SICA) disminuye la cantidad de semillas para la siembra, aumenta los rendimientos agrícolas y ahorra el agua de riego. San José de las Lajas - La Habana, CU. Revista Cultivos Tropicales. 31 (1): 70 - 73.
- Monasterio, P; Lugo, L; Álvarez, L. y López, H. 2012. Desarrollo y producción de arroz (*Oryza sativa* L.) con diferentes profundidades de láminas de agua. Calabaza – Guárico. VZLA. Revista UDO. 12 (1): 117 – 126.
- Ney, U.2009. Efecto del trasplante temprano en el rendimiento de 4 variedades y 1 línea de arroz con 4 densidades de siembra en el Bajo Mayo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Parapoto, PER. p. 10 – 50.
- PROA (Asociación de Promoción y Desarrollo Agrario). 2005. El sistema de intensificación del cultivo arrocero (SICA). (En línea). Consultado el 25 de Octubre del 2014. Formato (PDF). Disponible en <http://ciifad.cornell.edu/sri/extmats/peproaex.pdf>
- Quintero, C; Prats, F; Zamero, M; Arévalo, E; Blas, N. y Boschetti, G. 2011. Absorción de nitrógeno y rendimiento de arroz con diferentes formas de nitrógeno aplicado previo al riego. ARG. Ciencia del suelo. 29 (2): 233 - 239.
- Stoop, W. 2013. Adaptaciones agronómicas en las prácticas de SICA para responder a las condiciones y necesidades de los agricultores. África. LEISA Revista de agroecología. 29 (1): 8 - 6.
- Socorro, M; Sanzo, R; González, T; Romero, L. y Taboada, J. 2009, Experiencias con el sistema SICA en el trasplante de arroz en Cuba. (En línea). Consultado el 25 de Noviembre del 2004. (Formato PDF). Disponible en [http://www.actaf.co.cu/revistas/revistagrano/Revista%20en%20PDF%20\(Vol%207%20No%202\)/Trabajo12.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revistagrano/Revista%20en%20PDF%20(Vol%207%20No%202)/Trabajo12.pdf)

- Stirling, E. 2014. Inauguración oficial de la cosecha 2014. URU. Revista Arroz. 1 (77): 1- 48.
- Styger, E. 2013. ¿Cómo está evolucionando el SICA y qué estamos aprendiendo? COL. LEISA Revista de Agroecología. 29 (1): 9 - 11.
- Torres, R. 2013. Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) a dos distancias de siembra directo bajo el sistema de cultivo en secano. Tesis Ing. Agrónomo. ESPOCH. Arajuno-Riobamba, EC.p 5.
- Viteri, L. 2006. Sistema precoz de trasplante en el Perú. (En línea). Consultado el 21 de Noviembre del 2014. Formato (Doc). Disponible en [https:// http://181.198.25.144:8080/bitstream/123456789/371/1/luis%20miguel%20viteri.doc](https://http://181.198.25.144:8080/bitstream/123456789/371/1/luis%20miguel%20viteri.doc).