

NOTA TÉCNICA

Resultados de la evaluación de la trasplantadora automática de arroz ISEKI

Evaluation results of the automatic ISEKI rice transplanter

Ing. Johanis Hernández Llanes, Ing. Dania Rodríguez Correa, MSc. Pedro A. Guerrero Posada,
Ing. Pedro William Rodríguez Rómulo

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. En el presente trabajo se presentan los resultados de la evaluación tecnológica de la trasplantadora japonesa ISEKI y de la tecnología del semillero en bandejas. El mismo se realizó en la Estación Experimental de Granos del municipio de Vertientes. Para la tecnología de semillero en bandejas se utilizó un sustrato compuesto con un 60 % de tierra vegetal, 35 % de humus de lombriz y 5 % de paja de arroz, 150 g de semilla por bandeja de la variedad Caribe 7 y se trasplantó a los 22 días con una altura de 205,2 mm; 3 hojas por planta y diámetro de 1,5 mm como media. El trasplante se hizo en una terraza de 12 000 x 8 000 mm de dimensión, trasplantándose las posturas en dos hileras a la vez con marco de plantación de 250 x 300 mm. La siembra de las posturas se realizó a una profundidad media de 45 mm. Los resultados de la evaluación de la trasplantadora indicaron que su productividad explotativa fue de 0,1 ha/h, laborando a una velocidad de 0,6 m/s con un consumo de combustible de 10 L/ha. Para el análisis de los datos primarios, el procesamiento estadístico de la información y la interpretación de los resultados, se empleó el programa SPSS15.

Palabras clave: trasplante mecanizado, semillero, tecnología, explotación.

ABSTRACT. This paper presents the results of the technological evaluation of the Japanese transplanter ISEKI and of the technology of the seedbed in trays. The research was carried out in the Experimental Station of Grains of Vertientes municipality. For the seedbed technology in trays was used a substratum made up with 60 % of vegetable soil, 35 % of worm humus and 5 % of rice straw, using for tray 150 g of seeds of the variety Caribbean 7 being transplanted to the 22nd day with a height 205.2 mm; 3 leaves for plant and diameter of 1.5 mm as mean values. The transplant was made in a terrace of 12 000 x 8 000 mm, being transplanted the plants at the same time in two lines with plantation scheme of 250 x 300 mm. The sowing of the plants was carried out to a mean depth of 45 mm. The results of the evaluation of the transplanter indicated that the productivity was of 0.1 ha/h, working to a speed of 0.6 m/s with fuel consumption of 10 L/ha. The program SPSS15 was used for the analysis of the results, the statistical processing of the information and the interpretation of the results.

Keywords: mechanized transplant, seedbed, technology, operation.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que depende de su cosecha (FAO, 2012). Según FAO (2011), a nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se tiene en cuenta la superficie cosechada, pero si se valora su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que

cualquier otro cereal. Además de su importancia como alimento, el arroz constituye una fuente de empleo para la mayor parte de la población rural de Asia, pues es el cereal típico de esta región, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América (Cruz, 2008¹). El cultivo fue establecido en Cuba alrededor del año 1750 pero el mismo alcanzó mayor importancia económica en la segunda mitad del siglo XX fundamentalmente a partir de 1996 cuando el gobierno revolucionario comienza

¹ CRUZ, F. E.: *Cultivo de Arroz en Cuba*, Instituto de Investigaciones del Arroz. Habana Cuba. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Ministerio de la Agricultura, Diciembre 2008.

a potenciar la producción de arroz popular como una vía de incrementar la producción del cereal y bajar los precios en el mercado libre (*Instituto de Investigaciones del Arroz, 2008*²).

Actualmente en el país se trabaja en convenios de colaboración con países como Venezuela y Japón a través del desarrollo de empresas mixtas, lo cual fortalece el avance de programa de arroz popular a través de la aplicación de nuevos métodos de cultivo y la introducción de tecnologías de avanzada, como es el caso del trasplante de arroz de forma mecanizada (*Instituto de Investigaciones del Arroz, 2009*³).

El trasplante del arroz es una de las operaciones tecnológicas más laboriosas e importantes dentro de este cultivo, actividad que se realiza por nuestros agricultores de forma manual generalmente. Solo en algunas fincas de referencia e instituciones de investigación el trasplante de arroz se ejecuta de forma mecanizada, debido al alto costo de esta tecnología y los requerimientos técnicos que necesita para lograr una producción estable de este grano, una mayor calidad culinaria y eficiencia económica para el campesino que se dedica a la producción del arroz popular (MINAG-JICA, 2010⁴).

La presente investigación tiene el objetivo de evaluar la tecnología del trasplante mecanizado para el arroz popular, a través de la evaluación tecnológica y de explotación de la transplantadora ISEKI y el desarrollo de la tecnología del semillero en bandejas, teniendo en cuenta las condiciones de la agricultura cubana, lográndose con su puesta en práctica favorecer a los arroceros de pequeñas y medianas parcelas.

MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental de Granos, enclavada en el municipio de Vertientes, provincia Camagüey. Para su desarrollo se realizaron dos experimentos en diferentes períodos; el primero relacionado con la tecnología del semillero de arroz en bandejas y el segundo sobre el trasplante mecanizado del arroz mediante la transplantadora ISEKI japonesa y el semillero como resultado del primer ensayo.

Para la tecnología del semillero se siguió lo propuesto por Sánchez (2008⁵), donde se emplearon dos bandejas plásticas con dimensiones de 600 x 280 x 30 mm con 96 orificios dispuestos en su base. El sustrato empleado estuvo compuesto por un 60% de tierra vegetal, 35% de humus de lombriz y el 5% de paja de arroz. Para alcanzar una composición homogénea de todos estos componentes una vez mezclados, se utilizó un tamizador de 9 orificios por cm² y una pala cuadrada. La semilla utilizada fue Caribe 7, en proporción de 150 g por bandeja de semilla certificada.

Para la entrega de agua al semillero se empleó un envase plástico (dos litros de capacidad) perforado en su base, para lograr un riego similar a los convencionales. Se programaron dos riegos por día (mañana y tarde) aplicando las siguientes normas de riego según las etapas del cultivo (*Instituto de Investigaciones del Arroz, 2002*⁶), tal y como se muestra en la Figura 1.

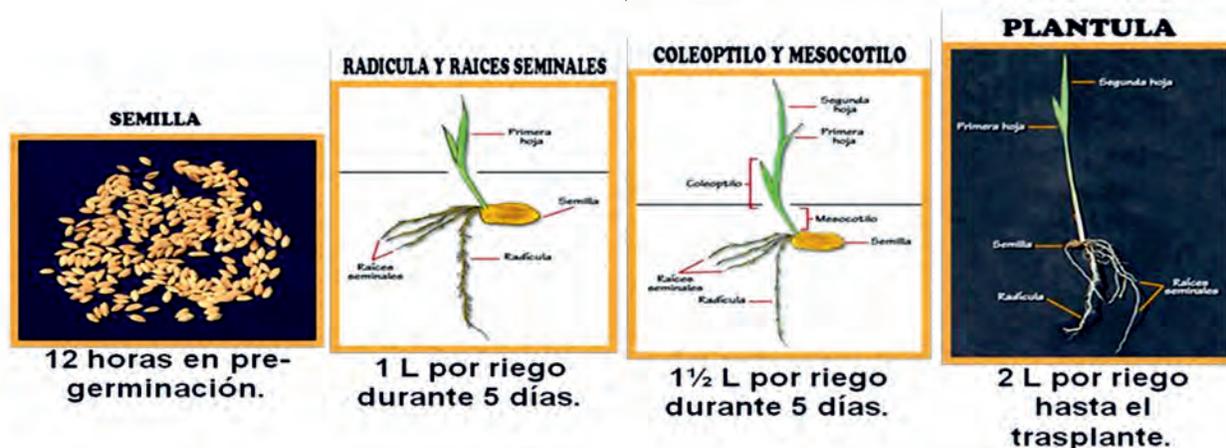


FIGURA 1. Norma de riego aplicada al semillero de arroz en bandeja.

Durante el desarrollo del semillero se tomaron muestras cada dos días, a partir de la tercera etapa. Se recopilaron los siguientes datos: tamaño de las plántulas, diámetro de los tallos de las plántulas, cantidad de hojas por etapas y tamaño de la raíces. Las mediciones periódicas se realizaron con una cinta métrica y un pie de rey.

El trasplante se realizó a los 22 días de montado el semillero, en un área de 100 m², en un suelo oscuro plástico Gleysado. Las labores de preparación de suelo previas para el trasplante se realizaron siguiendo las propuestas de Cruz (2012⁷) y Castillo (2000), que comprendía la realización de las siguientes labores:

² INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DEL ARROZ: *Cultivo de Arroz en Cuba*. Ed. IIA, La Habana, 2008.

³ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DEL ARROZ: *Manual para el uso de variedades y producción de semillas en el arroz popular*, Instituto de Investigaciones del Arroz .2009. Habana, Cuba.

⁴ MINAG-JICA: *Informe final del Proyecto de fortalecimiento del sistema de producción de semillas certificadas para arroz popular*, IIArroz-JICA, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Noviembre, 2010.

⁵ SÁNCHEZ, S. S.: *Tecnología del cultivo de arroz en pequeña escala*, pp. 15, Ministerio de la Agricultura, ACTAF, Primera edición, pág. 15, La Habana, 2008.

⁶ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DEL ARROZ: *Manual del Arrocero*, 75pp., Instituto de Investigaciones del Arroz, 2da edición, octubre 2002.

⁷ CRUZ, F. E.: efecto de algunos aperos utilizados en la preparación de suelo Para siembra de arroz. En Encuentro Internacional del Arroz. La Habana, 2012.

1. Roturación a 200 mm de profundidad con el conjunto formado por un tractor MTZ-82 grada de discos de 1500 kg,
2. Cruce con el conjunto formado por MTZ-82 y grada 1500 kg, a 200 mm de profundidad.
3. 1^{er} pase de grada con el conjunto formado por un tractor MTZ-82 y la grada 1500 kg, trabajando a 100 mm de profundidad.
4. 2^{do} pase de grada con el conjunto formado por un tractor MTZ-82 y grada 1500 kg, trabajando a 100 mm de profundidad.
5. Marque de diques con el conjunto formado por un tractor MTZ-82 y diqueadora.
6. Levante de diques con el conjunto formado por MTZ-82 y diqueadora.
7. Aplicación de herbicida de forma manual con mochila, para las hierbas no eliminadas correctamente con las gradas.
8. Fanguero con el conjunto formado por tractor YAMMAR (35 hp) y rotovator.

El trasplante mecanizado se realizó mediante una máqui-

na transplantadora automática, marca ISEKI, de fabricación japonesa (Figura 2) introducida en el país mediante un proyecto de colaboración desarrollado por JICA (Agencia de Colaboración Internacional de Japón). Las principales características técnicas de la máquina, se muestran en la Tabla 1.



FIGURA 2. Máquina transplantadora ISEKI.

TABLA 1. Características técnicas de la transplantadora automática de arroz de tiro manual marca IZEKI

No.	Denominación de los indicadores	U/M	Indicadores
1	Peso de la máquina	kg	85
2	Distancia entre ruedas (trocha)	mm	600
3	Ø de las dos ruedas motrices	mm	580
4	Longitud de la máquina	mm	1950
5	Tipo de combustible		Gasolina
6	Capacidad depósito combustible	litro	3,0
7	Especificaciones del motor		1,5 kW (2,1 hp); un cilindro; 1700 r.p.m
8	Órganos trasplantadores	u	2
9	Distancia entre los órganos de trasplante	mm	300
10	Largo de la bandeja del semillero	mm	600
11	Ancho de la bandeja	mm	280
12	Altura de la bandeja	mm	30
13	Cantidad de orificios por bandeja	u	96

Para la determinación de los parámetros técnicos y productivos del trasplante mecanizado con la máquina objeto de estudio en nuestra investigación fueron utilizados los siguientes materiales de consulta y metodologías:

1. Manual de funcionamiento, manual de mantenimiento y catálogo de repuestos de la transplantadora escrito en idioma japonés.
2. NC 34-37: 1986, Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación Tecnológica - explotativa. La Habana
3. NC 34-52: Maquinas e implementos agrícolas, Plantadoras y transplantadoras. Metodología para la realización de las pruebas, 1987.
4. NC 34-47: Comité Estatal de Normalización. Metodología para la realización de las condiciones de prueba, 1988.
5. NC 34-38: Comité Estatal de Normalización. Metodología para la evaluación económica, 2003.

Para la determinación de la inclinación de las plántulas después del trasplante, se utilizó la metodología propuesta por Menéndez (2012), la cual parte del supuesto, de que la

lámina de agua y el suelo son líneas paralelas ($r \parallel p$), así como la planta y la secante (s), como se muestra en la Figura 3.

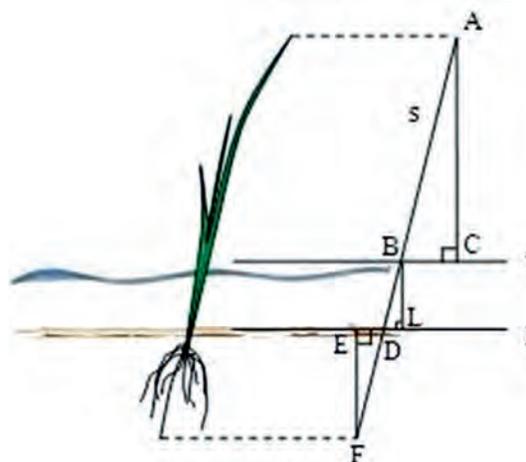


FIGURA 3. Esquema supuesto para la medición de las plántulas, después del trasplante.

El ángulo de inclinación de las plántulas es BDL y se calculó utilizando el Teorema de Pitágoras y las identidades trigonométricas. El valor del ángulo ABC se calculó a través de la expresión (1), determinado el inverso del seno del ángulo ABC; el ángulo ABC y ángulo BDL son iguales, por ser correspondientes entre paralelas ($r \parallel p$) y la secante (s).

$$\sin ABC = \frac{AC}{BC} \tag{1}$$

La profundidad de trasplante EF, es perpendicular a la superficie (p) y se calculó por la siguiente expresión:

$$EF = \sin EDF \times FD, (cm) \tag{2}$$

Las herramientas utilizadas para el muestreo fueron: cronómetro, cinta métrica, regla milimetrada, además de una probeta para medición del gasto de combustible de la transplantadora durante el experimento. El procesamiento de los datos estadísticos se efectuó con el editor de datos SPSS 15,0 para Windows, donde se realizó una exploración y estadística descriptiva de los datos. Además se crearon modelos para la recopilación de la información del muestreo y bases de datos en Microsoft Excel para el desarrollo de gráficos y tablas de resultados.

Para la valoración económica del semillero de arroz se tuvieron en cuenta los gastos de los materiales utilizados para el desarrollo del mismo, estos corresponden fundamentalmente a los componentes del sustrato y la semilla utilizada, no se incluye el salario del obrero que debe atender el semillero, porque el ensayo se realizó con dos bandejas y no se justifica el salario de este, pero a escala productiva es imprescindible la atención del mismo y se debe tener en cuenta para el análisis de los costos, para ello se utilizó la fórmula siguiente (3):

$$Gm = m' Pm, \text{ peso} \tag{3}$$

donde:

m-cantidad de materiales gastados,

kg-Pm: precio de los materiales, peso/kg.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Semillero de arroz en bandejas

Al evaluar los resultados obtenidos con la tecnología de semillero de arroz en bandejas se determinó lo siguiente:

Se logró un 98% de germinación de las semillas plantadas, al quinto día de la siembra.

La altura promedio de las plántulas en ambas bandejas no presentó diferencias notables, con valores de 202,6 mm en la bandeja No.1 y 207,7 mm en la bandeja No. 2. El desarrollo vegetativo se comportó en forma de curva creciente según las etapas del cultivo (Figuras 4).

Al término del trasplante las plántulas presentaban 3 hojas como promedio y 1,5 mm de diámetro de los tallos como media; lográndose una adecuada efectividad en el agarre de las plántulas por los órganos trasplantadores de la máquina en estudio.

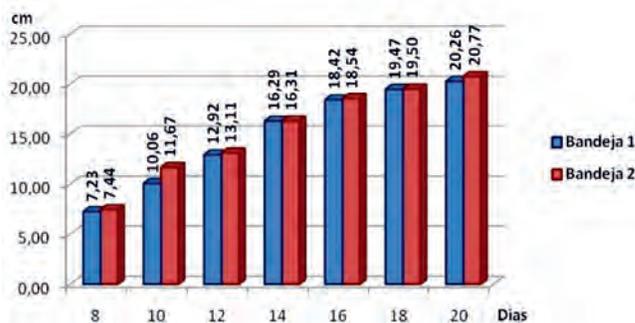


FIGURA 4. Comportamiento de la altura de las plántulas de arroz.

Trasplante mecanizado de arroz

El trasplante se efectuó a los 22 días del semillero (Figura 5), se efectuaron 13 pases en la parcela, plantándose un total de 26 hileras, logrando 40 plantones por hileras como promedio (Figura 6) y un 99% de efectividad en el trasplante (Tabla 2).



FIGURA 5. Semillero de arroz en bandejas a los 22 días de sembrado.



FIGURA 6. Labor de trasplante mecanizado con el semillero en bandeja y la máquina ISEKI.

La productividad explotativa resultante fue de 1,2 ha por jornada. Teniendo en cuenta que una persona puede trasplantar una superficie de 750 a 1000 m² (de 0,075 a 0,1 ha/j), en un

tiempo de 96 h (Vásquez, 2008⁸), el trabajo del trasplante con la trasplantadora ISEKI sustituiría a 12 obreros que realizan el trasplante manual.

TABLA 2. Indicadores técnicos productivos del trasplante mecanizado del arroz con la trasplantadora ISEKI

No.	Denominación de los indicadores	U/M	Indicadores
1	Labor que realiza la máquina		Trasplante de posturas en hileras
2	Altura de la lámina de agua	mm	35
3	Numero de hileras que labora	u	2
4	Edad de las plántulas de arroz	día	22
5	Velocidad de trabajo promedio	m/s	0,6
6	Distancia entre hileras	mm	300
7	Distancia entre plantas	mm	250
8	Densidad de posturas en el área	u/m ²	13,33
9	Profundidad promedio del trasplante	mm	45
10	Número de plántulas agarradas por los órganos plantadores (nidos)	u	3 - 5
11	Número de operadores	u	1
12	Productividad explotativa	ha/8h	1,20
13	Consumo de combustible	L/ha	10,0
14	Efectividad del trasplante	%	99
15	Inclinación de las plántulas	grado	70

CONCLUSIONES

- La tecnología del semillero de arroz en bandejas resultó satisfactorio, lográndose un 98% de germinación y plántulas idóneas para el trasplante con la trasplantadora ISEKI.
- Con la utilización de la trasplantadora ISEKI se logró un 99% de efectividad en el trasplante de arroz, con una

productividad explotativa de 1,2 ha por jornada de trabajo y un consumo de combustible de 10 L/ha, lo que la convierte en una máquina eficiente para el sistema de arroz popular y la producción de semillas a pequeña escala, en condiciones de una agricultura donde los productores tradicionalmente realizan el trasplante manual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTILLO, L. A. "Relación entre las propiedades físicas de suelo y el desarrollo morfológico de las plantas de arroz", *Revista Cubana del Arroz*, ISSN: 1607-6273, 49: 37-42. 2000.
- FAO: Año internacional de Arroz [en línea] 2004, Disponible en: <http://www.rice2004.com>. [Consulta 8-4-2011].
- FAO: Características del arroz [en línea], Disponible en: <http://www.botanical-online.com/arroz.htm>. [Consulta 21-7-2012].
- NC 34-37: Comité Estatal de Normalización. Metodología para evaluación tecnológica explotativa de las máquinas e implementos agrícolas. Vig 1986.
- NC 34-41: Máquinas Agropecuarias y Forestales. Metodología para la realización del peritaje técnico. Vig 2003.
- NC 34-52: Maquinas e implementos agrícolas, Plantadoras y trasplantadoras. Metodología para la realización de las pruebas. Vig 1987.
- NC 34-47: Comité Estatal de Normalización. Metodología para la realización de las condiciones de prueba. Vig. 1988.
- NC 34-38: Comité Estatal de Normalización. Metodología para la evaluación económica. Vig. 2003.
- MENÉNDEZ, C. L., S. RAMOS y A. MIRANDA: "Evaluación de la calidad de trabajo de la trasplantadora semi-mecanizada TMA-4 en el cultivo de arroz", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 21(2): 34-37, 2012.

Recibido: 12/06/2015.

Aprobado: 01/4/2016.

Publicado: 30/4/2016.

Johanis Hernández Llanes, Especialista, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera de Fontanar, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléfono: (53) (32) 274120, 282013 Ext. 163, Correo electrónico: esp.iagric@cmg.minag.cu

Dania Rodríguez Correa, Correo electrónico: esp.iagric@cmg.minag.cu

Pedro A. Guerrero Posada, Correo electrónico: esp.iagric@cmg.minag.cu

Pedro William Rodríguez Rómulo, Correo electrónico: esp.iagric@cmg.minag.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

⁸ VÁSQUEZ, A. J.: *Análisis agronómico y financiero del trasplante y la cosecha mecanizada de arroz en la región central de México*, pp. 3, Folleto Técnico No. 11: SARH-JICA, México, 2008.