

ARTÍCULO ORIGINAL

## Evaluación de la calidad de trabajo de la trasplantadora semi-mecanizada TMA-4 en el cultivo del arroz

### *Evaluation of the quality of work of the semi-mechanized transplanting machine TMA-4 in the rice cultivation*

Leduhan Menéndez Cardentey<sup>1</sup>, Sarilena Ramos Díaz<sup>2</sup> y Alexander Miranda Caballero<sup>3</sup>

**RESUMEN.** El objetivo del presente trabajo es la determinación de los principales parámetros de calidad de la trasplantadora TMA-4 en el cultivo semi-mecanizado del arroz, la cual se determinó en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférico en tres láminas de agua, obteniéndose los mejores resultados de calidad en la lámina de 1cm de altura, con una profundidad de trasplante de plántulas de 2 a 3 cm y con una cantidad de plántulas por órgano trasplantador de la máquina de dos a tres plántulas. La cantidad de nichos por metros cuadrados es de 23 con una distancia longitudinalmente entre nichos de 26,5 a 27,8 cm.

**Palabras clave:** trasplante mecanizado, plántulas.

**ABSTRACT.** The objective of the present work is the determination of the main parameters of quality of the transplanting-machine TMA-4 in the semi-mechanized rice cultivation, which was determined in a Hidromórfico Nodular Ferruginous Gley Petroférico soil in three sheets of water, being obtained the best results of quality in the sheet of 1cm of height, with a depth of transplant of plant of 2...3 cm and with a quantity of plants for transplanted organ of the machine from two to three plants. The quantity of niches for square meters is of 23 with a distance among niches of 26,5 a 27,8 cm.

**Keywords:** mechanized transplant, plants.

## INTRODUCCIÓN

Cuba es el segundo consumidor de América Latina, con un consumo per cápita de 69 kg al año, de ahí los cuantiosos esfuerzos que se han desarrollado con el objetivo de elevar los resultados productivos en la agricultura y específicamente en la rama arrocera (González, 2005).

El incremento en la producción agrícola es una de las tareas vitales del proceso revolucionario, por la importancia que reviste satisfacer la demanda interna de productos agropecuarios siendo la optimización del costo energético y la calidad de la preparación de los suelos, unas de las actividades fundamentales a desarrollar en este sentido (Miranda, *et al*, 2009).

En Cuba, a pesar de los avances en materia de laboreo, aún prevalece la tecnología tradicional. Durante años muchos

investigadores han planteado disímiles criterios a favor de la sustitución de esta tecnología por prácticas de laboreo que conduzcan a una mejor conservación del suelo (Paneque *et al.*, 2009).

Entre las proyecciones futuras del país, el arroz sembrado a pequeña escala debe garantizar una producción nacional no menor de 200 000 t para ventas al Estado, con un pago al productor de 130 CUC por toneladas (MINAG - GAIPA, 2006).

La compactación afecta la relación suelo-aire, las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo. Esta puede ser expresada por la densidad del suelo. Además, es beneficiosa pero tiene sus límites; por ejemplo se ha demostrado que las semillas de arroz no se afectan en su emergencia con densidades de hasta 1,7 g/cm<sup>3</sup> pero a partir de aquí si se producen afectaciones; eso indica que la compactación tiene su límite (Angladette, 1969)

**Recibido** 29/09/10, aprobado 30/01/12, trabajo 21/12, artículo original.

<sup>1</sup> Ing., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Pinar del Río, Cuba, [Aseguramiento@tel.co.cu](mailto:Aseguramiento@tel.co.cu)

<sup>2</sup> M. Sc., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Pinar del Río, Cuba.

<sup>3</sup> Dr. C., Director Estación Experimental del Arroz Los Palacios, Instituto de Ciencias Agrícolas, Pinar del Río, Cuba.

Para lograr un trasplante semi-mecanizado, es imprescindible que se obtenga un semillero con la calidad requerida, por lo cual es necesario realizarlo bajo condiciones controladas. Para este proceso se puede utilizar la tecnología de semillero en bandeja la que logra plántulas de 15,37 cm de altura y 2,19 mm de grosor, a los 19 días de germinada la semilla, incrementando la altura y el grosor en 1,9 y 2,19 veces respecto a la tecnología tradicional.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad de trabajo de la trasplantadora TMA-4 en tres láminas de aguas diferentes, en un suelo Hidromórfico Gley

## MÉTODOS

Las investigaciones experimentales se desarrollaron en la CCS Abel Santamaría en áreas de pequeños productores del municipio “Los Palacios”, provincia Pinar del Río, durante la campaña de frío del año 2010, con variedad de arroz INCA-LP5, en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférricos\* con las características mostradas (Tabla.1).

El diseño experimental utilizado es de bloques al azar con tres tratamientos y tres réplicas. Cada parcela experimental contó con un área de 700 m<sup>2</sup> con un largo 35 m y ancho 20 m.

**TABLA 1. Principales propiedades del suelo objeto de estudios**

| CCS Abel Santamaría                  |         |   |
|--------------------------------------|---------|---|
| Determinaciones                      | Valores | Métodos   |
| Materia Orgánica(M.O), %             | 3,29    | Walkley-Black   |
| Fósforo (P), ppm                     | 63,0    | Oniani (extracción con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), 1N |
| Potasio (K), Cmol·Kg <sup>-1</sup>   | 0,21    | Oniani (extracción con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), 1N |
| Calcio (Ca), Cmol·Kg <sup>-1</sup>   | 18,3    | Maslova (CH <sub>3</sub> COONH <sub>2</sub> ), pH 7,1N      |
| Magnesio (Mg), Cmol·Kg <sup>-1</sup> | 2,7     | Maslova (CH <sub>3</sub> COONH <sub>2</sub> ), pH 7,1N      |
| PH (H <sub>2</sub> O)                | 6,2     | Potenciométrico   |

Fuente: Martín, 2008, Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández, 1999).

### VARIABLES EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO

Partiendo del supuesto que la lámina de agua y el suelo son líneas paralelas (r||p) y la planta secante (s), Figura 1.

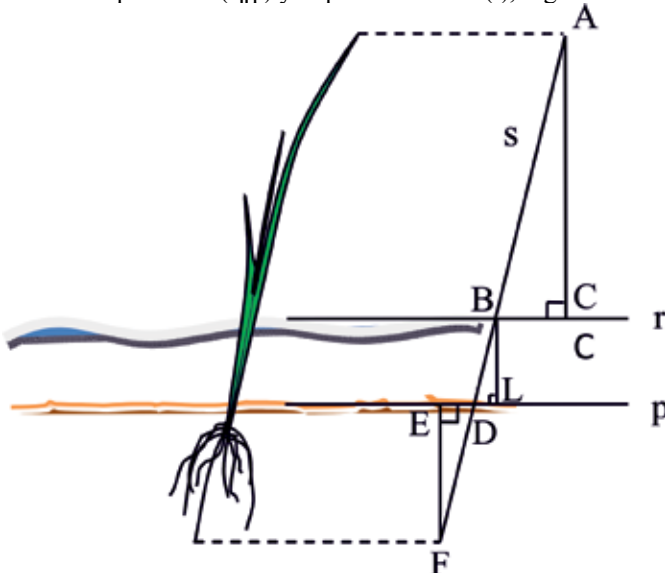


FIGURA 1. Esquema de medición de la plántula después de su trasplante.

El ángulo de inclinación de las posturas ( $\sphericalangle$ BDL) después del trasplante se calculó utilizando el Teorema de Pitágoras y las identidades trigonométricas (Figura 1).

Donde:

- 1) El ángulo ABC se calculó por la expresión (1) determinado el inverso del seno del ángulo ABC

$$\sin \sphericalangle ABC = \frac{\overline{AC}}{\overline{BA}} \quad (1)$$

- 2) El ángulo ABC y ángulo BDL son iguales por ser correspondientes entre paralelas (r||p) y la secante (s).

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

$$\overline{EF} = \sin \sphericalangle EDF \times \overline{FD}, \text{ cm} \quad (2)$$

Las mediciones se realizaron con 10 repeticiones de forma aleatoria, con una cinta métrica con una exactitud de  $\pm 1$ mm.

Para determinar el número de plántulas por dedos de la trasplantadora se realizaron cinco conteos, aleatoriamente a los cuatro dedos de la misma en cada parcela experimental. Determinándose la distancia entre plantas por surco, la distancia entre la base de los tallos de la planta consecutiva en una hilera. El número de hijos en 10 plantas, tomadas al azar en cada parcela experimental, las que serán identificadas una vez germinadas las plantas a partir de dos meses de trasplantadas. El rendimiento se determinó por la metodología del Manual para el Nuevo Arrocerero, Vergara, (1985). Todos los datos fueron procesados en el programa estadístico SPSS, Versión 11.5, donde se realizó un análisis factorial, prueba de normalidad según Shapiro-Wilk, los gráficos de probabilidad, tallo y hoja, medias, además se obtuvieron los valores de las medias aritméticas, desviación estándar, coeficientes de variación y se realizaron comparaciones múltiples de las medias según prueba de Bonferroni.

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

### Descripción del proceso tecnológico de trabajo de la trasplantadora TMA-4

Esta máquina (Figura 2) es maniobrada por un operador, el cual a través de la palanca (1) realiza la tracción e impulsa los órganos trasplantadores (3), produciéndose el avance de

la máquina y con ello a través de un mecanismo de cadena se mueve el porta bandeja (7) en el plano horizontal, para de nuevo capturar a través de los dedos nuevas plántulas.

Este sistema de trasplantes de arroz en hileras permite el

control de maleza con un escardador manual rotativo, ahorrándose herbicidas y agua, obteniéndose una mejor relación aire-agua en el suelo, reduciéndose los costos de producción del cultivo.

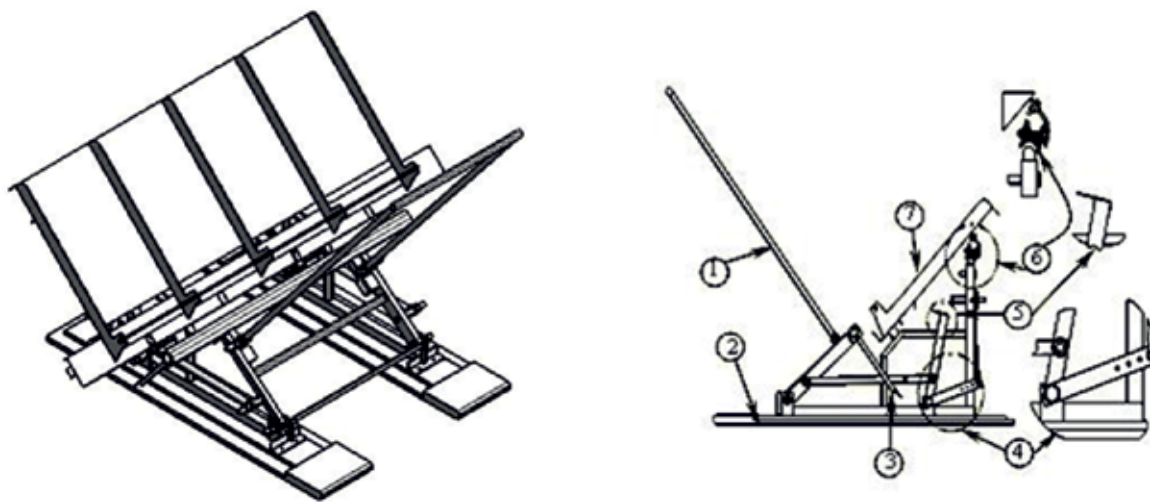


FIGURA 2. Esquema de la trasplantadora TMA-4. 1- Brazo o palanca impulsora; 2-Patín de madera; 3- Órgano plantador por dedo; 4- Sistema regulador de la velocidad de desplazamiento del porta bandeja; 5- Estructura de alimentación de posturas; 6- Rodillo deslizador del porta bandeja; 7- Porta bandeja.

### Inclinación de la plántula después del trasplante

El análisis estadístico indica (Tabla 2) diferencias significativas entre las medias de este indicador, ya que el P-valor es menor que 0,05, lo que demuestra que a medida que se incrementa la lámina de agua la erección de las plántulas es mayor después de ser trasplantadas. El menor valor promedio obtenido fue de 78,12 grado el cual no influye en el desarrollo ulterior de las plantas.

TABLA 2. Indicadores de calidad del trabajo de la trasplantadora TMA-4 en función de la altura de la lámina de agua

| Indicadores de calidad                                 | Tratamientos         | Media | Desviación típica | E.S  | Intervalo de confianza para la media al 95% |                 | Sig.  |
|--|----------------------|-------|-------------------|------|---|-----------------|-------|
|  |                      |       |                   |      | Límite inferior                             | Límite superior |       |
| Profundidad de trabajo, cm                             | Lámina de agua (1cm) | 2,07  | 0,82              | 0,16 | 1,73  | 2,41            | 0,720 |
|  | Lámina de agua (3cm) | 2,18  | 0,77              | 0,15 | 1,87  | 2,50            |       |
|  | Lámina de agua (7cm) | 2,25  | 0,84              | 0,17 | 1,91  | 2,60            |       |
| Inclinación de plántulas después del trasplante, grado | Lámina de agua (1cm) | 78,12 | 3,71              | 0,74 | 76,59                                       | 79,65           | 0,001 |
|  | Lámina de agua (3cm) | 80,08 | 3,13              | 0,63 | 78,79                                       | 81,37           |       |
|  | Lámina de agua (7cm) | 83,00 | 2,53              | 0,51 | 81,95                                       | 84,05           |       |
| Cantidad de plántulas por dedo, unidad                 | Lámina de agua (1cm) | 2,40  | 0,50              | 0,10 | 2,19  | 2,61            | 0,866 |
|  | Lámina de agua (3cm) | 2,44  | 0,51              | 0,10 | 2,23  | 2,65            |       |
|  | Lámina de agua (7cm) | 2,36  | 0,57              | 0,11 | 2,13  | 2,59            |       |
| Distancia entre plantas en un mismo surco, cm          | Lámina de agua (1cm) | 27,16 | 1,62              | 0,32 | 26,49                                       | 27,83           | 0,204 |
|  | Lámina de agua (3cm) | 27,04 | 3,51              | 0,70 | 25,59                                       | 28,49           |       |
|  | Lámina de agua (7cm) | 28,76 | 5,25              | 1,05 | 26,59                                       | 30,93           |       |
| Nichos, unidad/m <sup>2</sup>                          | Lámina de agua (1cm) | 23,24 | 0,66              | 0,13 | 22,97                                       | 23,51           | 0,005 |
|  | Lámina de agua (3cm) | 22,68 | 0,56              | 0,11 | 22,45                                       | 22,91           |       |
|  | Lámina de agua (7cm) | 22,76 | 0,66              | 0,13 | 22,49                                       | 23,03           |       |
| Cantidad de hijos, unidad                              | Lámina de agua (1cm) | 18,68 | 5,56              | 1,11 | 16,39                                       | 20,97           | 0,762 |
|  | Lámina de agua (3cm) | 19,96 | 6,67              | 1,33 | 17,21                                       | 22,71           |       |
|  | Lámina de agua (7cm) | 19,00 | 6,83              | 1,37 | 16,18                                       | 21,82           |       |
| Rendimiento, t/ha                                      | Lámina de agua (1cm) | 4,13  | 0,21              | 0,10 | 3,80  | 4,46            | 0,973 |
|  | Lámina de agua (3cm) | 4,09  | 0,35              | 0,18 | 3,53  | 4,65            |       |
|  | Lámina de agua (7cm) | 4,05  | 0,73              | 0,37 | 2,88  | 5,22            |       |

La Profundidad de trasplante no difiere estadísticamente entre los diferentes tratamientos, mostrándose estable en su trabajo la trasplantadora. Observándose como en la menor lámina de agua es menos variable la profundidad de trabajo con respecto a la mediana (2,1 cm).

La cantidad de plántulas por dedos de la trasplantadora no presenta diferencias significativas entre las medias, lo indica una entrega eficiente de las plántulas con una estabilidad de 2...3 de estas por dedos;

La distancia entre plántulas en un mismo surco después del trasplante no muestra diferencias significativas entre las láminas de agua, observándose en la menor lámina de agua menor desviación típica, ya que el operador tiene mejor visibilidad en el terreno;

Los nichos por metro cuadrado después de realizado el trasplante semimecanizado presentan diferencias significativas entre sus medias, lo que se explica su diferencias ya que la distancia entre plantas en un mismo surco no es exactas;

La cantidad de hijos dos meses después de trasplantado, estadísticamente son iguales sus medias. En la lámina de agua de tres centímetros de altura se alcanza la mayor cantidad de hijos 19,96, ya que presenta menor cantidad de nichos por me-

tro cuadrado, mayor incidencia de la luz solar y mayor área por planta.

El rendimiento agrícola de la cosecha no muestran diferencias significativas en cuanto a las medias de las diferentes láminas de agua, el tratamiento de un centímetro de altura alcanza el mayor rendimiento agrícola de 4,13 t/ha, el mismo es el que presenta menor desviación en las diferentes réplicas realizadas.

## CONCLUSIONES

- Con una lámina de agua de un centímetro de altura, se obtienen parámetros superiores de calidad del trabajo con la trasplantadora TMA-4, manteniendo estable los valores de profundidad de trabajo 2...3 cm, la cantidad de plántulas por dedos 2...3 unidad, 23 nichos por metros cuadrados trasplantados y la distancia entre plantas en un mismo surco 26,5...27,8 cm;
- Aunque estadísticamente los rendimientos para las diferentes Láminas de agua no difieren significativamente, se alcanzan los mayores resultados (4,13 t/ha), en la variante con un centímetro de altura de agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGLADETTE, A.: El Arroz. Técnicas agrícolas y producciones tropicales, Instituto del Libro, Editorial Blume, Barcelona, España, 1969.
2. GONZÁLEZ, F.; I. NAVARRO; P. CASTRO: Tecnologías y nuevo equipamiento para la producción arroceras, En: **III Encuentro Internacional del Arroz**, 135pp., La Habana, Cuba, 2005.
3. HERNÁNDEZ, A.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1999.
4. MARTIN, Y.: *Alternativas para incrementar el rendimiento en el cultivo del arroz de trasplante con disminución significativa en semillas y recursos Hidricos*, 8pp., Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) Informe de proyecto, Código: 0146, San José de las Lajas, La Habana, 2008.
5. Menéndez, L.: Determinación de la tecnología para la obtención de parámetros de calidad de las posturas exigidas por la trasplantadora TMA-4 para el cultivo del arroz. En: **MAGEDES**, Pinar del Río, Cuba, 2011.
6. MINAG-GAIPA: *Programa de desarrollo arroceras 2006 - 2015*, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Enero, 2006.
7. 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.
8. MIRANDA, C. A.; P. PANEQUE; N. ABRAHAM y M. SUÁREZ: Análisis comparativo de los costos totales energéticos, de explotación y consumo de combustible del cultivo del arroz en las tecnologías en seco y fanguero directo, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(3): 70-75, 2009.
9. PANEQUE, P.; A. MIRANDA; M. SUÁREZ y N. ABRAHAM: Costos energéticos y de explotación del cultivo del arroz en fanguero directo, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2): 7-11, 2009.
10. VERGARA, B.: *Manual para el nuevo arroceras*, 143pp., Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1985.