

# Evaluación de la calidad del trasplante mecanizado de arroz en Cuba



## Quality Assessment of Mechanized Rice Transplantation in Cuba

CU-ID: 2177/v31n2e05

<sup>Ⓜ</sup>Alexander Miranda-Caballero<sup>I\*</sup>, <sup>Ⓜ</sup>Guillermo S. Díaz-López<sup>II</sup>, <sup>Ⓜ</sup>Michel Ruiz-Sánchez<sup>I</sup>,  
<sup>Ⓜ</sup>Calixto Domínguez-Vento<sup>III</sup>, <sup>Ⓜ</sup>Pedro Paneque-Rondón<sup>IV</sup>

<sup>I</sup>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>II</sup>INCA, Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba.

<sup>III</sup>Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, UCTB Pinar del Río, Cuba.

<sup>IV</sup>Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN:** En el mundo se va imponiendo la operación del trasplante mecanizado del arroz lo que requieren ciertos y de determinados requisitos para desarrollar el proceso con eficiencia y entre ellos está la producción de las posturas en bandejas, en Cuba se están adquiriendo máquinas trasplantadoras con el sistema para el llenado de las bandejas, por lo que se hace necesario establecer una tecnología que permita la puesta en explotación de las máquinas trasplantadoras. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad de las posturas de arroz a utilizar en el trasplante mecanizado en las condiciones de siembra en la provincia de Pinar del Río, Cuba con la utilización de la trasplantadora ERP-60. Entre los principales resultados obtenidos en la tecnología de semillero en bandeja al momento del trasplante se encontró interacción entre los factores en estudio, cuando se mezclaron los elementos componente del sustrato y se dejaron en reposo, las plantas encuentran las condiciones adecuadas para el crecimiento, en el sustrato de cuatro elementos (ST+MOT+FCSM+CAC), con 30 o más días de reposo; lo que permite lograr plántulas de 15,37 cm de altura y 2,19 mm de grosor, a los 19 días de germinada la semilla, cumpliendo con las exigencias para el trasplante con la máquina ERP-60.

**Palabras clave:** semillero, postura, bandeja, sustrato, tecnología.

**ABSTRACT:** Mechanized transplantation of rice is being imposed worldwide and it requires certain conditions to develop the process efficiently like the production of seedlings in trays. In Cuba, transplanting machines with the system to the filling of the trays are being acquired, so it is necessary to establish a technology that allows the transplanting machines to be put into operation. The objective of this research was to evaluate the quality of rice seedlings to be used in mechanized transplantation under sowing conditions, in Pinar del Río Province, Cuba, with the use of the ERP-60 transplanter. Among the main results obtained in the tray seedbed technology at the time of transplantation, an interaction was found between the factors under study. When the component elements of the substrate were mixed and left at rest, the plants found the appropriate conditions for growth, in the four-element substrate (ST + MOT + FCSM + CAC), with 30 or more days of rest. This made possible to achieve seedlings of 15.37 cm high and 2.19 mm thick, 19 days after the seed germinated, complying with the requirements for transplantation with the ERP-60 machine.

**Keywords:** Seedbed, Seedling, Tray, Substrate, Technology.

\*Author for correspondence: Alexander Miranda-Caballero, e-mail: [alex@inca.edu.cu](mailto:alex@inca.edu.cu)

Recibido: 12/10/2021

Aceptado: 14/03/2022

## INTRODUCCIÓN

Cuba necesita importar más de 400.000 toneladas de arroz al año, por lo que se lleva a cabo un fuerte programa inversionista con el propósito de sustituir las importaciones y garantizar antes de 2030 una producción nacional de al menos el 85 % de las 700.000 toneladas de arroz que consume el país anualmente (Reyes, 2019).

Sin embargo, los rendimientos que se obtienen como promedio en los últimos 25 años no superan las 3,75 t/ha y predomina el sistema de producción tradicional en la mayoría de las áreas donde se cultiva arroz (Miranda, 2020). el cual exige de un alto grado de mecanización (cultivo especializado), condicionado por las diferentes tecnologías de siembra que se utilizan y las extensiones que se destinan para su explotación. Una novedosa experiencia se tiene en la introducción de tecnología de trasplante mecanizado de arroz con trasplantadora autopropulsada para garantizar la producción de semillas de nuevos cultivares de arroz. Esta tecnología aún no ha logrado posicionarse, aunque presenta una serie de ventajas, tales como: la reducción de costos (mejor control de malezas, principalmente arroz rojo; y la reducción de la cantidad de semilla/ha). Además, genera una mayor sanidad de las plantas de arroz, debido a la baja densidad de siembra, mejor desarrollo radicular, que permite una mejor absorción de nutrientes y desarrollar una mayor resistencia al volcamiento. Aumento en el vigor de los tallos de las plantas, al existir menor competencia por los nutrientes, agua y luz. La tecnología de siembra por trasplante permite el control de arroces contaminantes, ya que el cultivo lleva cierta ventaja sobre el arroz maleza, al momento del trasplante; además, con el manejo de la lámina de agua, la cual permite obtener un cultivo libre de arroces contaminantes (Miranda *et al.*, 2019; Miranda, 2020; Domínguez *et al.*, 2021).

En Cuba los Productores asociados o no a cooperativas, fuera de las tierras de las empresas estatales, utilizan el trasplante manual como la vía fundamental para la siembra, donde el productor secundado por su familia, enfrenta esa gran tarea que

implica esfuerzos físicos y la exposición directa al medio contaminante de la arrocería (Hernández *et al.*, 2016). En el mundo se va imponiendo la operación del trasplante mecanizado del arroz lo que requieren ciertos y de determinados requisitos para desarrollar el proceso con eficiencia y entre ellos está la producción de las posturas en bandejas, lo que implica un sistema de equipos que muele y tamiza el suelo, llena las bandejas, fertiliza, riega y siembra la semilla pre germinada (Domínguez *et al.*, 2021a). Una hectárea de suelo para trasplante requiere de 400 bandejas de 0.30 x 0.60 cm Washio (2004) [6], en Cuba se han adquirido máquinas trasplantadoras con sistema para el llenado de las bandejas, por lo que este trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad de las posturas de arroz a utilizar en el trasplante mecanizado en las condiciones de la siembra en la provincia de Pinar del Río con la utilización de la trasplantadora modelo DAEDONG ERP-60 (ERP-60, 2000).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones experimentales se realizaron en áreas experimentales de la Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios en la provincia de Pinar del Río y tuvo como objetivo evaluar la calidad de la siembra de arroz mediante trasplante mecanizado con la utilización de la trasplantadora modelo DAEDONG ERP-60, Figura 1 y la Tabla 1 se muestran algunas de las características técnicas de la misma (Miranda *et al.*, 2021; ERP-60, 2000).



FIGURA 1. Máquina trasplantadora ERP-60.

TABLA 1. Características técnicas de la máquina trasplantadora ERP 60

Longitud total, mm	3 100
Anchura total, mm	2 095
Altura total, mm	1 880
Despeje, mm	405
Peso, kg	662
Modelo	FD620D
Tipo	Motor de gasolina, dos cilindros, refrigerado por agua
Potencia/frecuencia de rotación (max) (kW/rpm)	11,4/3 600 (14,7)
Cilindrada, cc	617

### Metodología general para la elaboración de los semilleros

Según lo establecido por [Minh \(2012\)](#); [Guerra et al. \(2013\)](#); [Hernández et al. \(2016\)](#), las variantes fundamentales que inciden en la calidad de los semilleros en bandejas son: composición del sustrato, porcentaje de germinación de la semilla, selección de la semilla, atenciones culturales y vigor de las plantas

La metodología utilizada para la elaboración del semillero en bandeja se compone de los siguientes pasos:

1. Tamizado del suelo y otros componentes del sustrato;
2. Mezclar todos los componentes de la relación del sustrato;
3. Análisis químico de la relación del sustrato;
4. Depositar el sustrato hasta dos centímetros de altura en la bandeja;
5. Se humedece el sustrato a razón de do litro de agua por bandeja;
6. Se depositan 130 g de semilla por bandeja, a razón de 2,4 semilla/cm<sup>2</sup> como promedio;
7. Se cubre el espacio restante de la bandeja con sustrato y se realiza el alisamiento del mismo;
8. Se humedece nuevamente el sustrato hasta que drene por los orificios inferiores.

Las bandejas utilizadas tienen las siguientes características: largo 60 cm, ancho 30 cm, profundidad de tres centímetros; diámetro de los orificios 0,3 cm; cantidad de orificios 105 por bandeja.

Para el llenado de las bandejas se utiliza una sembradora semiautomática diseñada para la siembra "fila por fila"; lo que permite utilizar pequeñas cantidades de semillas (desnudas o recubiertas) con cualquier tipo de bandeja. El cambio de las barras de siembra y/o de las boquillas es fácil y rápido; permite utilizar diferentes tipos de bandejas con diferentes variedades de semillas, [Figura 2](#).

La máquina sembradora de bandejas de arroz es de funcionamiento neumático (se conecta al compresor), la misma es manipulada por un operario encargado de montar y desmontar las bandejas en el soporte móvil (2) y mantener el surtido de semilla en el depósito del cabezal (3). La siembra se materializa de forma sincronizada de cuatro operaciones, los calibres hacen



**FIGURA 2.** Máquina sembradora de bandejas, 1- Bastidor de soporte, 2- Soporte de bandeja móvil, 3- Cabeza de plántula, 4- Tarro de succión para las semillas.

20 huellas en la bandeja en movimiento, al tiempo que los tarros (4) succionan la misma cantidad de semilla en el depósito del cabezal y las libera en los conductos que las deposita en las huellas de la bandeja. Con este equipo se logró una productividad de 30 bandejas sembradas por hora.

### Metodología para determinar la composición del sustrato

Según estudios de [Hernández et al. \(2016\)](#), para determinar y adecuar los componentes del sustrato para semillero de arroz en alfombra en condiciones de la llanura sur de Pinar del Rio, se decide cuatro variantes para elaborar el sustrato, teniendo en cuenta las recomendaciones de la bibliografía consultada en [Philippine Rice Research Institute \(2009\)](#), los sustratos probados fueron:

1. Suelo Seco Tamizado (ST).
2. Suelo Seco Tamizado+ Materia Orgánica Tamizada (ST+MOT).
3. Suelo Seco Tamizado+ Materia Orgánica Tamizada + Fibra Seca de Caña Molida (ST+MOT+FCSM).
4. Suelo Seco Tamizado + Materia Orgánica Tamizada + Fibra Seca de Caña Molida + Cascarilla de Arroz Carbonizada (ST + MOT + FCSM + CAC).

Los sustratos según composición, permanecieron e reposo después de mezclados por espacio de: 40, 30, 20, 10, 0 días. Para cada sustrato con sus correspondientes días de reposo se montaron 4 bandejas (30 cm x 60 cm), según [Tabla 2](#).

**TABLA 2.** Ubicación de los diferentes sustratos y tiempo de reposo

40 días	ST	ST+MOT	ST+MOT+FCSM	ST+MOT+FCSM+CAC
30 días	ST+MOT+FCSM+CAC	ST+MOT+FCSM	ST+MOT	ST
20 días	ST+MOT+FCSM	ST	ST+MOT+FCSM+CAC	ST+MOT
10 días	ST+MOT	ST+MOT+FCSM+CAC	ST	ST+MOT+FCSM
Sin reposo	ST	ST+MOT+FCSM	ST+MOT+FCSM+CAC	ST+MOT

### Metodología y normas para la selección de la semilla

Selección de la semilla. Esta se realiza por el método de selección de la semilla por gravedad específica, para lo cual fueron sumergidas en una solución salina con una concentración de 1,13 g/cm<sup>3</sup>, tomándose solo las semillas sumergidas en el fondo del recipiente (Minh, 2012).

Determinación de germinación. El objeto de los ensayos de germinación es determinar, el máximo potencial de germinación de un lote de semillas. Estimar su valor para siembra en terreno de cultivo y proporcionar resultados que permitan comparar los diferentes lotes de semillas (Minh, 2012; NRAG/CTNR, 2012).

La masa real de semilla (Mr) por bandeja varía en función del porcentaje de germinación de la misma, expresión (1).

$$Mr = \frac{Pr \cdot Mi}{Pi}, g \quad (1)$$

donde,

Pi - Porcentaje de germinación de la semilla ideal de 95...98, %;

Mi - Masa de semilla por bandeja ideal de 130, g;

Pr - Porcentaje de germinación real de la semilla, %.

### Metodología para analizar el vigor de las plantas

Para medir la altura y grosor de las plántulas se utilizó el método de la estándar para el arroz según Graeguiles (2000), apoyados en una cinta métrica y un pie de rey con exactitud  $\pm 1$  mm y 0,05 mm respectivamente.

### Metodología para determinar la calidad del proceso de trasplante.

Se desea evaluar en el experimento las siguientes variables; Partiendo de que la lámina de agua y el suelo son líneas paralelas (r||p) y la planta perpendicular (s) (Figura 3) (Menéndez et al., 2012a; 2012b).

La inclinación de las plantas al ser trasplantadas. El ángulo de inclinación de la postura ( $\angle BDL$ ) después del trasplante se calculó utilizando el teorema de Pitágoras y las identidades trigonométricas (Figura 3).

donde,

1) El  $\angle ABC$  se calculó por la expresión (2.2) determinado el inverso del  $\sin \angle ABC$ ;

$$\sin \angle ABC = \frac{\overline{AC}}{\overline{BA}}, \text{grado} \quad (2)$$

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

Hacer copia con cambios en la redacción (número de hijos)

La profundidad de trasplante (EF) perpendicular a la superficie (p) se calculó por las siguientes expresiones.

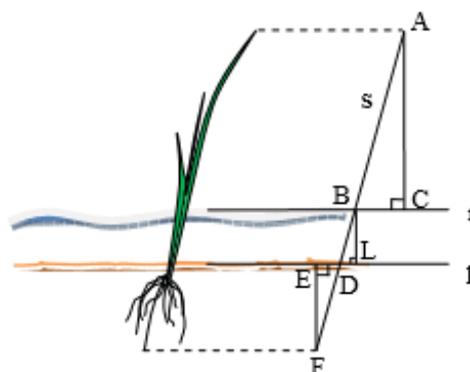


FIGURA 3. Esquema de medición de la plántula después de su trasplante.

donde:

- 1) El  $\angle EDF = \angle BDL$  por ser opuesto por el vértice;
- 2) El segmento BD se determina por la expresión (3);

$$\overline{BD} = \frac{\overline{BL}}{\sin BDL}, \text{cm} \quad (3)$$

- 3) Suma de segmentos expresión (4);

$$\overline{AF} = \overline{AB} + \overline{BD} + \overline{DF}, \text{cm}$$

- 4) Despeje de expresión (4);

$$\overline{DF} = \overline{AF} - \overline{AB} - \overline{BD}, \text{cm} \quad (5)$$

- 5) La profundidad de trasplante EF se calculó por la expresión (6).

$$\overline{EF} = \angle EDF \cdot \overline{DF}, \text{cm} \quad (6)$$

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

### Cantidad de plántulas por órgano trasplantador.

Se realizaron cinco conteos de plantas de forma aleatoria en los tres órganos trasplantadores en cada parcela experimental.

**La distancia entre plantas por surco.** Se determinó con una cinta métrica con exactitud de  $\pm 1$ mm, la distancia entre la base de los tallos de la planta consecutiva en una hilera, con 10 repeticiones aleatorias como mínimo, recorriendo las parcelas de pruebas por sus diagonales, calculándose posteriormente el valor medio de dichas mediciones.

**Efectividad de trasplante (Et).** Para conocer la efectividad de la trasplantadora en el proceso de trasplante del cultivo del arroz se realizó un conteo de los accionamientos de los órganos trasplantadores en un pase de trabajo, posteriormente se contaron los nichos con plántulas trasplantadas en el pase realizado y se determinó el por ciento de efectividad por la expresión (7).

$$Et = \frac{Tp \cdot 100}{Ca}, \% \quad (7)$$

donde:

Tp - Cantidad de nichos con plántulas trasplantadas, unidad;

Ca - Cantidad de accionamientos de los órganos trasplantadores, unidad.

**Supervivencia de plántulas (Sp).** La supervivencia de las plántulas un mes después de realizado el trasplante semi-mecanizado se determinó:

$$Sp = \frac{Ex \cdot 100}{Tp}, \% \quad (8)$$

donde:

Ex - Existencia de nichos con plántulas un mes después del trasplante, unidad.

**Número de hijos.** El número de hijos en 15 plantas, tomadas al azar en cada parcela experimental, las que serán identificadas una vez germinadas las plantas a partir de dos meses, y las evaluaciones se realizaron cada 15 días durante todo el ciclo del cultivo.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

### Caracterización de las condiciones de investigación

Las investigaciones experimentales se desarrollaron con seis cultivares de arroz INCA-LP5, ROANA LP-15, GINES LP-18, GUILLEMAR LP-19 y JOSE LP-20 por [Colectivo de autores \(2019\)](#); en las áreas de investigación de la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) Los Palacios, del Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias (INCA), municipio Los Palacios, provincia Pinar del Río, durante la campaña arrocera 2019/2020.

### Parámetros de calidad de las posturas exigidas por la trasplantadora ERP-60 para el cultivo del arroz

### Análisis de la geminación de la semilla y la evolución de las plántulas

En estudios realizados por [Minh \(2012\)](#); [Guerra et al. \(2013\)](#); [Hernández et al. \(2016\)](#) la mejor calidad de la postura de arroz se logra cuando las posturas se desarrollan en el sustrato constituido por cuatro partes de suelo tamizado, cuatro partes de materia orgánica tamizada, una parte de fibra de caña seca molida y una parte de cascarilla de arroz carbonizada. Con el objetivo de acercar las investigaciones a las condiciones reales de nuestros campesinos, estos

estudios se montaron sobre la base de las dos variantes principales de sustratos que se pueden obtener sin dificultades en las propias fincas ([Hernández et al., 2016](#)).

En las pruebas experimentales se analizaron los resultados obtenidos en los dos tratamientos realizados ([Tabla 3](#)), para ello se midió tamaño, grosor de la plántula en función de la relación de sustrato y la población por bandeja, a los 19 días de germinación de la semilla, logrando en un menor período de tiempo que las plántulas alcancen la altura necesaria recomendada 15...20 cm, manteniendo la calidad requerida por el fabricante para la trasplantadora ([ERP-60, 2000](#)).

### Análisis de en el momento de ser trasplantadas

Se realizaron comparaciones entre la media ([Figura 4](#)) de cada tratamiento para conocer estadísticamente como influyen las relaciones de sustratos utilizadas en cada una de las variables analizadas en la investigación. El análisis de la población por bandeja mostró que los dos tratamientos difieren estadísticamente, siendo el tratamiento con 50% de materia orgánica y suelo tamizados el que presenta mayor población con un coeficiente de variación de 2.372, aunque los dos tratamientos se encuentran dentro del rango necesario para el trasplante mecanizado.

### Evaluación de calidad del trasplante mecanizado

Es de vital importancia la elaboración de los semilleros con la calidad requerida, por su dependencia directa con las exigencias del trasplante, para lograr un proceso de siembra de las plántulas que permita un desarrollo vigoroso en el medio de forma satisfactoria según [Minh \(2012\)](#); [Guerra et al. \(2013\)](#); [Hernández et al. \(2016\)](#).

La [Tabla 4](#) muestra el análisis estadístico realizado a partir de las muestras tomadas de la altura de láminas de agua y el espesor de la capa de fango por parcelas en el momento del trasplante del arroz, donde se determinaron los valores de la media, error estándar, coeficiente de variación, máximo, mínimo.

**TABLA 3.** Resultado de los valores medios de las mediciones en semilleros

Sustrato	Tiempo de reposo (días)	Resultado de los valores medios		
		Población por bandeja (un)	Altura de la postura (mm)	Diámetro de las plantas a 24 mm de la base (mm)
100% suelo tamizado	30	342,71	14,782	2,22
50% suelo tamizado y 50% materia orgánica tamizada	30	577,547	15,175	2,37

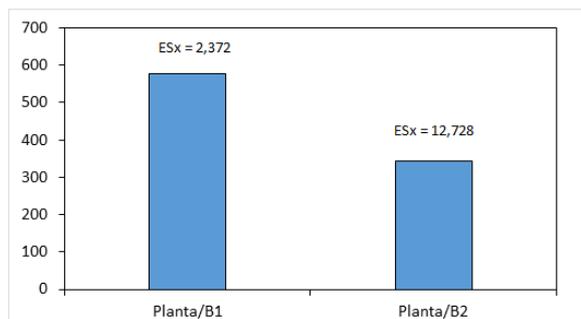


FIGURA 4. Resultado del conteo de población.

TABLA 4. Análisis estadístico del muestreo de la calidad de la preparación de suelos

	Lámina de agua	Altura del fango
Promedio	7,66667	12,7083
Error Estándar	0,585658	0,508903
Coefficiente de Variación	37,42%	19,62%
Mínimo	2	8
Máximo	12	16
Rango	10	8

### Análisis del funcionamiento de los órganos trasplantadores realizados en el momento del trasplante

Terminada la actividad del trasplante se realizó un conteo de los nichos plantados por la máquina en dos variantes: 12 surcos con el uso de bandejas B1 y 12 surcos con el uso de las bandejas B2 en función de la cantidad veces que los órganos trasplantadores fueron accionados según regulación de la máquina, comparados con los que debían ser trasplantados y verificados un mes después (Figura 5), para realizar un análisis de la calidad de trasplante y medir técnicamente la labor de la trasplantadora.

Como se muestra en la Figura 5, se aprecia que no existen diferencias significativas en cuanto al conteo de nichos en diferentes surcos cuando se usaron las bandejas B1 comparados con el accionamiento de los órganos de trabajo según regulación de la máquina. Con el uso de la bandeja B2 si aparecen diferencias significativas en cuatro surcos que pone en riesgo la calidad del trasplante, lo que demuestro que este resultado es una dependencia directa de la población alcanzada en las bandejas y no del funcionamiento de la máquina.

Después de realizar el trasplante mecanizado se contó la cantidad de nichos (1...3 plántulas) trasplantadas por metro cuadrado al azar por tratamientos realizados utilizando las bandejas B1 y B2, presentando diferencias significativas solo en las áreas plantadas con las bandejas B2 (Figura 6), corroborando el resultado del análisis (anterior) del conteo por surcos. Uno de los indicadores que más se exige para el trasplante mecanizado es lograr que las

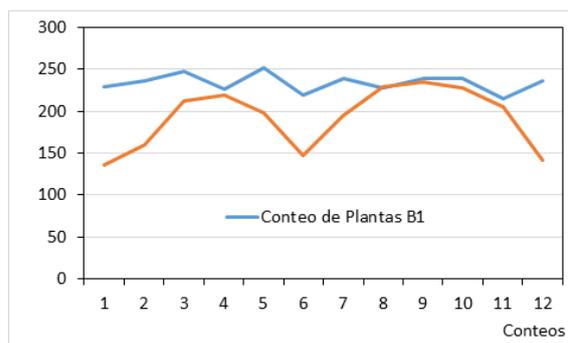


FIGURA 5. Comportamiento del conteo de plántulas por surcos.

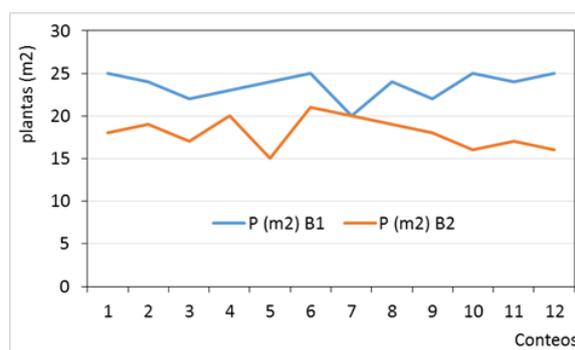


FIGURA 6. Comportamiento del conteo de plántulas por metro cuadrado.

posturas alcancen en 18 o 20 días de germinadas según Washio, (2004), alturas que fluctúen entre 15 y 20 cm, siendo la altura de 15 cm la más adecuada para el proceso de la siembra con máquinas trasplantadoras, ya que si la postura sobresale esas dimensiones ocasiona interrupciones una vez que el órgano de trasplante la deposita en el suelo (Menéndez et al., 2012a; 2012b; Minh, 2012).

### Nichos por metro cuadrado trasplantados

## CONCLUSIONES

En la tecnología de semillero en bandeja al momento del trasplante se encontró interacción entre los factores en estudio, cuando se mezclaron los elementos componente del sustrato y se dejaron en reposo, las plantas encuentran las condiciones adecuadas para el crecimiento, en el sustrato de cuatro elementos (ST+MOT+FCSM+CAC), con 30 o más días de reposo; lo que permite lograr plántulas de 15,37 cm de altura y 2,19 mm de grosor, a los 19 días de germinada la semilla, cumpliendo con las exigencias para el trasplante con la máquina ERP-60.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLECTIVO DE AUTORES: *El Cultivo del Arroz en Los Palacio*, Ed. Instituto Nacional de Ciencias

- Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2019, ISBN: 978-959-7258-01-8.
- DOMÍNGUEZ, C.; GUILHERME, A.; MIRANDA, A.; DÍAZ, G.; RODRÍGUEZ, A.: “Machinery for Direct Sowing of Rice in Agricultural Conditions”, *International Journal of Food Science and Agriculture*, 5(3): 471-481, 2021a, DOI: [10.26855/ijfsa.2021.09.018](https://doi.org/10.26855/ijfsa.2021.09.018).
- DOMÍNGUEZ, V.C.; AGUIRRE, S.C.A.; DE ARAÚJO, A.G.; DÍAZ, L.G.; RODRÍGUEZ, G.A.: “Adopción de innovaciones tecnológicas para la Agricultura de Conservación en el cultivo del arroz en Cuba”, *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 5(2): e167-e167, 2021b, ISSN: 2664-0856, Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/167>.
- ERP-60: *Powerful diesel engine for fast and upright rice-planting. ERP-60 series rice transplanter, [en línea]*, ERP-60, 2000, Disponible en: [https://www.daedong.co.kr/eng/product/transplanter/ERPseries.do?series\\_id=2000\\_ERP](https://www.daedong.co.kr/eng/product/transplanter/ERPseries.do?series_id=2000_ERP).
- GRAEGUILES, J.: “Reed Rice. Research in control”, In: *Symposium Held at Texas and M. University*, Texas, USA, p. 5, Proceeding Ofred Rice, 2000.
- GUERRA, V.M.; DÍAZ, L.G.A.; CASTELLS, H.S.; LEÓN, S.L.E.: “Proceso tecnológico para la germinación comercial de la semilla de arroz”, *Avances*, 15(4): 406-415, 2013, ISSN: 1562-3297, Disponible en: <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/121>.
- HERNÁNDEZ, B.M.D.; DÍAZ, L.G.A.; CASTELLS, H.S.; LEÓN, S.L.E.: “Adecuación de sustrato en semillero de arroz para trasplante mecanizado”, *Avances*, 18(1): 49-56, 2016, ISSN: 1562-3297, Disponible en: <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/147>.
- MENÉNDEZ, C.L.; RAMOS, D.S.; MIRANDA, C.A.: “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”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 2(1): 59-64, 2012a, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761, Disponible en: <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/582>.
- MENÉNDEZ, C.L.; RAMOS, D.S.; MIRANDA, C.A.: “Evaluación de la calidad de trabajo de la trasplantadora semi-mecanizada TMA-4 en el cultivo del arroz”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(2): 34-37, 2012b, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542012000200006&lng=es&tlng=](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000200006&lng=es&tlng=).
- MINH, R.: *Manual técnico del sistema de siembra de trasplante mecanizado del cultivo de arroz (Oryza sativa)*, Ed. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, INCA, vol. 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2012.
- MIRANDA, C.A.: “Impacto de la tecnología de trasplante mecanizado de arroz”, *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 4(3): 334-349, 2020, ISSN: 2664-0856, Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/143>.
- MIRANDA, C.A.; DOMINGUEZ, V.C.; RUIZ, S.C.M.; DIAZ, L.G.S.; PANEQUE, R.P.: “Analysis of the Use of Shift Time of the ERP-60 Rice Transplanter/Análisis de la utilización del tiempo de turno de la trasplantadora de arroz ERP-60.”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(3): 42-50, 2021, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- MIRANDA, C.A.; MOREJÓN, M.Y.; PANEQUE, R.P.: “La cosecha mecanizada de arroz: experiencias y retos”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3): 75-87, 2019, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542019000300009&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000300009&lng=es&nrm=iso).
- NRAG/CTNR: *Arroz con cáscara seco para semilla. Determinación de la energía y facultad germinativa*, Inst. Instituto de Investigaciones de Granos, Procedimientos y Normas para la Producción de Semillas de Arroz, La Habana, Cuba, 16 p., NRAG/CTNR No.16 Arroz, 2009. Anexos NRAG. 105, 2012.
- PHILIPPINE RICE RESEARCH INSTITUTE: “Philippine Rice Research Institute”, *Rice Technology Bulletin*, 60, 2009, ISSN: 0117-9799.
- REYES, D.: “Del arroz en barco al arroz que cultivamos”, *Granma*, única ed., La Habana, Cuba, 10 de enero de 2019, ISSN: 0864-0424, e-ISSN: 1563-8278.
- WASHIO, O.: *El cultivo por siembra directa en Japón*, Inst. Sociedad de investigación de la siembra directa del arroz de aniego, informe científico, Japón, 32-40 p., Publisher: Japón, 2004.

*Alexander Miranda-Caballero*, Investigador y Profesor Titular. Director General Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [alex@inca.edu.cu](mailto:alex@inca.edu.cu).

*Guillermo S. Díaz-López*, Investigador Agregado. Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, carretera La Francia km1½, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba, e-mail: [gdiaz@inca.edu.cu](mailto:gdiaz@inca.edu.cu).

*Michel Ruiz-Sánchez*, Investigador y Profesor Titular Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [mich@inca.edu.cu](mailto:mich@inca.edu.cu).

*Calixto Domínguez-Vento*, Investigador Agregado, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, UCTB Pinar del Río, Cuba. e-mail: [esp-iagric@dlg.pri.minag.gob.cu](mailto:esp-iagric@dlg.pri.minag.gob.cu).

*Pedro Paneque-Rondón*, Investigador y Profesor Titular, Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [paneque@unah.edu.cu](mailto:paneque@unah.edu.cu).

**AUTHOR CONTRIBUTIONS:** **Conceptualization:** A. Miranda. **Data curation:** A. Miranda; G. Díaz, M. Ruiz, P. Paneque. **Formal analysis:** A. Miranda; G. Díaz, M. Ruiz, P. Paneque. **Investigation:** A. Miranda; G. Díaz, M. Ruiz, P. Paneque. **Methodology:** A. Miranda, M. Ruiz, C. Domínguez. **Supervision:** A. Miranda; G. Díaz, C. Domínguez. **Roles/Writing, original draft:** A. Miranda; G. Díaz, P. Paneque. **Writing, review & editing:** G. Díaz, C. Domínguez, P. Paneque.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

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.