

ARTÍCULO ORIGINAL

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

Determination of the technology for the obtaining of parameters of quality of the postures demanded by the transplanting machine TMA-4 for the rice cultivation

Leduhan Menéndez Cardentey¹, Sarilena Ramos Díaz² y Alexander Miranda Caballero³.

RESUMEN. El objetivo de la investigación es evaluar cómo influyen cuatro relaciones de sustrato, en la altura y el grosor de las plántulas de los semilleros en bandejas, para el trasplante semi-mecanizado en el cultivo del arroz. Los resultados obtenidos indican que utilizando una mezcla del 40% de Materia Orgánica (MO), 55% de suelo y un cinco por ciento de cáscara de arroz, se logra la mejor relación del sustrato, logrando plántulas de 15,37 cm de altura y 2,19 mm de grosor como promedio, a los 19 días de germinada la semilla.

Palabras clave: relaciones de sustrato, semilleros en bandeja, trasplante semimecanizado.

ABSTRACT. The objective of the investigation is to evaluate the influence of four substrates relationships, in the height and grouser of the plants of the seeder in seed tank, for the semi-mechanized transplanting in the rice tillage. The obtained results indicate that using a mixture of 40% of Organic (MO) Matter, 55% soil and five percent of it cracked of rice, the best relationship in the substrates is achieved, achieving plants of 15,37 cm of height and 2,19 mm of grouser like average, to the 19 day of having germinated the seed.

Keywords: substrates relationships, seeder in seed tank, semimechanized transplanting.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el arroz constituye la base alimentaria de la población, por lo que su cultivo está muy extendido en el sector campesino, estimándose en más de 100 000 ha dedicadas al Programa de Arroz Popular, utilizándose en el 25% la tecnología de trasplante usando el sistema conocido por mota, es decir, 3 ó 4 posturas juntas con más de 25 días de edad, sembradas a distancia de 15 x 15 ó 20 x 20 cm, con rendimiento promedio general de 3 t·ha⁻¹ (González *et al.*, 2005).

El incremento en la producción agrícola es una de las ta-

reas 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).

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

¹ Ing., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Pinar del Río, Cuba, Aseguramiento@tel.co.cu

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

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

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; MINAG-JICA 2010).

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/cm³ pero a partir de aquí si se producen afectaciones; eso indica que la compactación tiene su límite (Angladette, 1969).

Para lograr rendimientos estables hay que basarse en la metodología del Manual para el Nuevo Arrocerero de Vergara, (1985).

Para lograr un trasplante óptimo, es imprescindible que se obtenga un semillero con la calidad requerida, teniendo en cuenta que la tecnología aplicada se desarrolla bajo condiciones controladas, recomendándose utilizar semilleros en ban-

dejas por lo que se debe tener en cuenta una adecuada relación, suelo-materia orgánica-agua y otros elementos disgregadores del sustrato (Menéndez, 2011). Esta tecnología está basada en semilleros tradicionales en parcelas y trasplante manual, limitando su productividad y representando altos costos en mano de obra y laboriosidad del trabajo.

El objetivo del presente trabajo consiste en evaluar la altura y el grosor en función de la relaciones de sustrato.

MÉTODOS

Las investigaciones experimentales se desarrollaron en áreas de la Estación Experimental del Arroz perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas en el municipio “Los Palacios”, provincia Pinar del Río, en el año 2010, durante las campañas correspondientes al período frío, con la variedad de arroz INCA-LP5. En un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférrico según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba de Hernández (1999), con las características mostradas (Tabla 1).

TABLA 1. Principales propiedades del suelo

Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”		
Determinaciones	Valores	Métodos
Materia Orgánica (M.O), %	3,29	Walkley-Black
Fósforo (P), ppm	63,0	Oniani (extracción con H ₂ SO ₄), 1N
Potasio (K), Cmol·kg ⁻¹	0,21	Oniani (extracción con H ₂ SO ₄), 1N
Calcio (Ca), Cmol·kg ⁻¹	18,3	Maslova (CH ₃ COONH ₂), pH 7, 1N
Magnesio (Mg), Cmol·kg ⁻¹	2,7	Maslova (CH ₃ COONH ₂), pH 7, 1N
PH (H ₂ O)	6,2	Potenciométrico

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

Para el estudio se utilizaron cuatro relaciones de sustratos al azar (Tabla 2), donde se varió el porcentaje de materia orgánica (M.O) y suelo, manteniendo constante el porcentaje de cascarilla de arroz. Como procedimiento previo se efectuó el tamizado del suelo y M.O, con un tamiz de 5 mm. Además se realizaron pruebas de germinación a la semilla según la NC 70-02:81 Semillas Agrícolas Muestreo.

TABLA 2. Relación de elementos presentes en las bandejas por tratamiento

Tratamiento	Relación de los elementos presentes en la bandeja		
	M.O, %	Suelo, %	cascarilla de arroz, %
T ₁	25	70	5
T ₂	40	55	5
T ₃	50	45	5
T ₄	75	20	5
T ₅		Tradicional	

Las bandejas empleadas se muestran en la Figura 1, con las siguientes características: largo 60 cm; ancho 30 cm, pro-

fundidad 3 cm; diámetro de los orificios 0,5 cm; cantidad de orificios 105 por bandeja.

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

- Tamizado del suelo y M.O;
- Mezclar todos los componentes del sustrato;
- Análisis químico de la relación del sustrato;
- Depositar el sustrato hasta 2 cm de alto en la bandeja;
- Se humedece el sustrato a razón de 2 L/bandeja;
- Se depositan 130 g de semilla por bandeja, a razón de 2,4 semillas/cm²;
- Se cubre el espacio restante de la bandeja con sustrato y se ejecuta el alisamiento del mismo;
- Se humedece nuevamente el sustrato hasta que drene por los orificios inferiores. (Figura 1).

Para medirla altura y grosor de las plántulas se utilizó el método de la Estándar para el arroz (Graeguiles, 2000), apoyados en una cinta métrica y un pie de rey con error de apreciación ± 1 mm y 0,05 mm respectivamente. Todos los datos fueron procesados en el programa estadístico SPSS, Versión 11.5, donde se realizó un análisis de varianza, prueba de normalidad según Shapiro-Wilk, los gráficos de probabilidad, 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 y Dunnett.

Para la captación de las imágenes ilustradas en el documento se utilizó una cámara digital SONY, con una resolución de imagen 7,2 MEGA PIXELS.



FIGURA 1. Elaboración de los sustratos y las bandejas.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Se realizó un estudio previo en el Instituto de Suelos de la provincia, en cuanto a nutrientes existentes en las diferentes relaciones de sustratos utilizadas (Tabla 3), para conocer la suficiencias e insuficiencias en los diferentes tratamientos.

TABLA 3. Concentración de nutrientes disponibles en las diferentes relaciones de sustratos

Tratamientos	M.O, %	pH	Hy, %	Cl, mg/kg	NaS, mg/kg	CE, ds/m	NaT, %	KT, %	Ca, %	Mg, %
T ₁	6,58	8,1	1,5	286,84	68,68	0,37	0,041	0,064	0,51	0,27
T ₂	18,5	8,2	2,13	932,3	103,02	0,82	0,041	0,053	0,91	0,29
T ₃	23	8	1,12	1075,65	104,07	0,74	0,053	0,12	2,26	0,6
T ₄	30	8,4	2,77	1147,36	173,4	1,63	0,053	0,33	2,12	0,38

Las pruebas de germinación a la variedad INCA LP-5 con buenos resultados en la provincia de Pinar del Río, se pudo observar que presentaba un 80% de germinación. Según el criterio de expertos en la Estación Experimental del Arroz este resultado se considera bajo, debiendo oscilar de 90...98%. Para incrementar la población de plántulas se aumentó la dosis de semilla en un 15% de la recomendada, o sea 149,5 g por bandeja.

Análisis de la evolución de las plántulas en el momento de ser trasplantadas

En las pruebas experimentales se analizaron los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos realizados (Tabla 4), para ello se midió tamaño y grosor de la plántula en función de la relación de sustrato, 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 TMA-4.

A partir de los resultados de la Tabla 4, se observa que

las plántulas obtenidas en el tratamiento T₂ adquieren una altura de 15,37 cm a los 19 días de germinadas las semillas, logrando una homogeneidad en su germinación, con un grosor dentro de los parámetros establecidos para el trasplante, para el caso T₃, se logra la mayor altura, las plántulas presentaron un ahilamiento, disminuyendo el grosor de las mismas 1,62 mm, en T₁ se obtiene la altura necesaria pero debido al gran contenido de suelo en el sustrato se eleva el nivel de compactación, lo que unido al pequeño volumen de recepción en la bandeja, provoca una reventazón de las plántulas, levantando la capa superficial del sustrato, T₄ logra los parámetros en los primeros días de germinado en que la planta todavía se alimenta del grano, posteriormente se secaron debido a la gran cantidad de M.O en el sustrato lo que provocó según los expertos del Instituto de Suelo una elevación de la temperatura de tres veces por encima de la del medio en que se desarrollaba, T_T que fue el testigo en condiciones reales, es el tipo de semillero que realiza el campesino en el arroz a pequeña escala, es inferior en la variables altura y el grosor en 1,9 y 2,19 veces respecto a la tecnología en bandejas a los 19 días.

TABLA 4. Valores medios de tamaño, grosor por tratamiento que se midieron por plántulas

Variable dependiente	Relación del sustrato	Media	Error típico	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Altura de las Plántulas, cm	T1	15,06	0,115	14,83	15,28
	T2	15,37		15,14	15,60
	T3	15,88		15,65	16,11
	Tt	8,07		7,84	8,29
Grosor de las Plántulas, mm	T1	1,7	0,047	1,61	1,79
	T2	2,19		2,10	2,28
	T3	1,62		1,52	1,71
	Tt	1,00		0,91	1,09

La Tabla 5 muestra las comparaciones estadísticas entre las media de cada tratamiento, para conocer como influye las relaciones de sustratos en cada una de las variables analizadas. El análisis de la altura de las plántulas en los tratamientos T₁ y T₂, difieren estadísticamente con T₃, siendo este último el que presenta mayor altura, aunque los tres tratamientos se encuentran dentro del rango (15...20 cm) necesario para el trasplante semi-mecanizado. Los tres tratamientos realizados con la tec-

nología en bandeja (T₁, T₂ y T₃) presentan diferencias altamente significativas con respecto al tratamiento (T_t) donde se obtiene una menor altura de las plántulas. La variable grosor en los tratamientos T₁ y T₃ son estadísticamente iguales, T_t presenta diferencias estadísticas con respecto a T₁, T₂ y T₃ siendo la de menor grosor, en el caso de T₂ existen diferencias altamente significativas respecto a T₁, T₃ y T_t, alcanzando el mayor grosor de las plántulas en las diferentes relaciones de sustrato.

TABLA 5. Comparación Múltiple entre las medias de los tratamientos por variables

Variable dependiente	Sustrato(I)	Sustrato (J)	Diferencia entre medias (I-J)	Error típico	Significación	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Altura de las Plántulas, cm	T ₁	T ₂	-0,32	0,161	0,333	-0,75	0,12
		T ₃	-0,83 (*)		0,001	-1,26	-0,39
		T _t	6,99 (*)		0,001	6,55	7,43
	T ₂	T ₁	0,32	0,163	0,333	-0,12	0,75
		T ₃	-0,51 (*)		0,014	-0,95	-0,07
		T _t	7,31 (*)		0,001	6,87	7,74
	T ₃	T ₁	0,83 (*)	0,161	0,001	0,39	1,26
		T ₂	0,51 (*)		0,014	0,07	0,94
		T _t	7,82 (*)		0,001	7,38	8,25
	T _t	T ₁	-6,99 (*)	0,161	0,001	-7,43	-6,55
		T ₂	-7,31 (*)		0,001	-7,74	-6,87
		T ₃	-7,82 (*)		0,001	-8,25	-7,38
Grosor de las Plántulas, mm	T ₁	T ₂	-0,49(*)	0,066	0,001	-0,67	-0,31
		T ₃	0,09		1,000	-0,10	0,27
		T _t	0,70 (*)		0,001	0,52	0,88
	T ₂	T ₁	0,49(*)	0,066	0,001	0,31	0,67
		T ₃	0,58 (*)		0,001	0,39	0,76
		T _t	1,19 (*)		0,001	1,01	1,37
	T ₃	T ₁	-0,09	0,066	1,000	-0,27	0,10
		T ₂	-0,58 (*)		0,001	-0,76	-0,39
		T _t	0,62 (*)		0,001	0,43	0,80
	T _t	T ₁	-0,70 (*)	0,066	0,001	-0,88	-0,52
		T ₂	-1,19(*)		0,001	-1,37	-1,01
		T ₃	-0,62 (*)		0,001	-0,80	-0,43

En la Figura 2a, se observa como en función del sustrato se alcanza de forma creciente una altura de las plántulas dentro del rango 15...20cm a excepción de T_t que en el momento de trasplante contaba con 8,06 cm como promedio, en la Figu-

ra 2b, se constata que en el caso de la relación del sustrato T₂ se alcanza los mejores resultados del grosor de las plántulas de 2,19 mm como promedio.

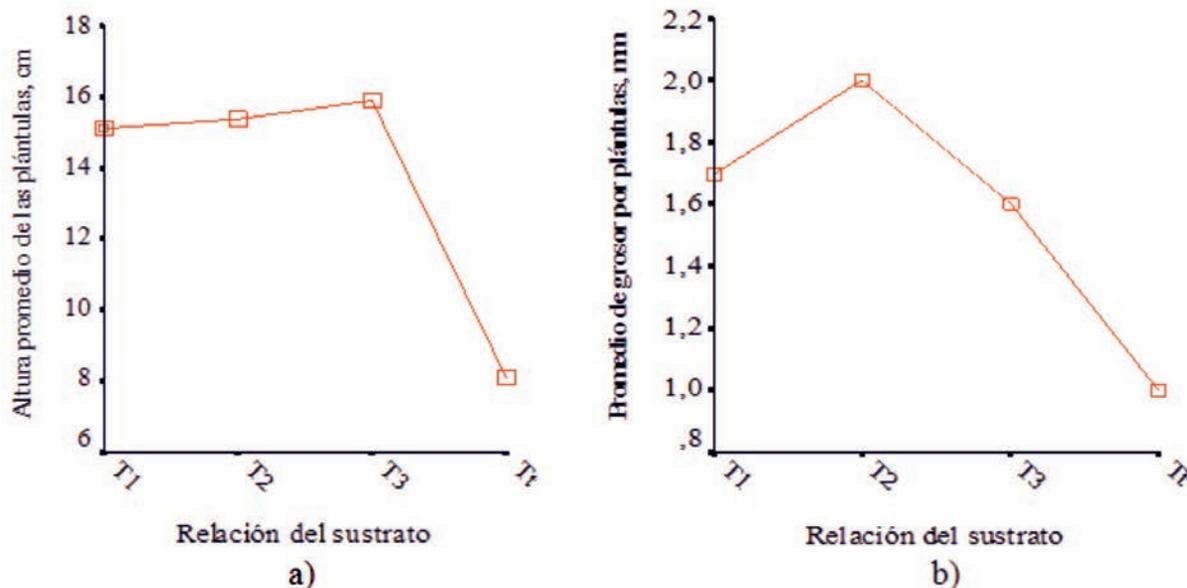


FIGURA 2. Comportamiento del tamaño y el grosor de las plántulas en el momento del trasplante en función de la relación del sustrato. a). Por altura de la plántula; b) Por el grosor de la plántula.

CONCLUSIONES

- Utilizando una mezcla del 40% de Materia Orgánica (MO), 55% de suelo y un cinco porcentaje de cáscara de arroz, se logra el mejor sustrato para obtener las plántulas con los

- parámetros de calidad requeridos por la trasplantadora TMA;
- La tecnología de semillero en bandeja 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGLADETTE, A.: El Arroz. Técnicas agrícolas y producciones tropicales, Instituto del Libro, Editorial Blume, Barcelona, España, 1969.
- GRAEGUILES, J. B.: Reed Rice: Research in control, 5pp., En: **Proceeding of red rice, Symposium held at**, Texas and M. University, USA, 2000.
- GONZÁLEZ, F.; I. NAVARRO y P. CASTRO: Tecnologías y nuevo equipamiento para la producción arrocera, En: **III Encuentro Internacional del Arroz**, 135pp., La Habana, Cuba, 2005.
- HERNÁNDEZ, A.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1999.
- MARTIN, Y.: *Alternativas para incrementar el rendimiento en el cultivo del arroz de trasplante con disminución significativa en semillas y recursos Hídricos*, 8pp., Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) Informe de proyecto, Código: 0146, San José de las Lajas, La Habana, 2008.
- MENÉNDEZ, L.: Determinación de la tecnología para la obtención de parámetros de calidad de las posturas exigidas por la trasplantadora T-MA-4 para el cultivo del arroz. En: **MAGEDES**, Pinar del Río, Cuba, 2011.
- MINAG-GAIPA: *Programa de desarrollo arrocero 2006 - 2015*, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Enero, 2006.
- MINAG-JICA: Informe final del Proyecto de fortalecimiento del sistema de producción de semillas certificadas para arroz popular, II Arroz-JICA, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Noviembre, 2010.
- 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.
- 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.
- VERGARA, B.: *Manual para el nuevo arrocero*, 143pp., Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1985.