

Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río

Vol. 18, No.1 enero-marzo, 2016

ARTÍCULO ORIGINAL

Adecuación de sustrato en semillero de arroz para trasplante mecanizado

Adequacy of substrate in rice seedlings for mechanized transplanting

Máximo Daniel Hernández Blanco¹, Guillermo Díaz López², Santiago Castells Hernández³, Luis Enrique León Sánchez⁴

¹Ingeniero Agrónomo. Empresa Agroindustrial de Granos Los Palacios. Calle 26 e/19 y 21 No. 1920 Los Palacios, Pinar del Río, Cuba Teléfono: 547121. Correo electrónico: rene@palacio.co.cu

²Máster en Gestión de la Ciencia, investigador Agregado Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, carretera La Francia Km. 1½, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba, Correo electrónico: gdiaz@inca.edu.cu Teléfono: 547230.

³Máster en Mecanización Agrícola, especialista en Ciencias Agropecuarias y Veterinarias Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, carretera La Francia Km. 1½, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 547230. Correo electrónico: castells@inca.edu.cu

⁴Doctor en Ciencias Forestales, profesor Titular. Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: leon@af.upr.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló durante la época de frío 2012 - 2013 con el objetivo de adecuar el sustrato para la tecnología a seguir en la producción de posturas de arroz en alfombra a utilizar en el trasplante mecanizado en las condiciones de Pinar del Río. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Azar con arreglo factorial de dos factores (4 x 5): cuatro sustratos: 1. suelo tamizado (ST), 2. ST + materia orgánica tamizada (MOT), 3. ST + MOT+ fibra de caña seca molida (FCSM), 4. ST + MOT+ FCSM + cascarilla de arroz carbonizada (CAC) y 5 tiempos de reposo después de mezclados los sustratos (40, 30, 20, 10 y 0 días), cada variante tuvo 4 repeticiones. Se determinó la calidad de las posturas, referido al diámetro de la plántula, masa fresca, masa seca y altura de la planta a los 18 días después de la siembra, con los resultados se realizaron análisis de varianza bifactorial, las diferencias significativas entre medias se docimaron según la prueba de Rangos Múltiples de Dúncan para $p=0.05$. Se encontró interacción entre los factores en estudio resultando la combinación mas ventajosa para la producción de posturas de calidad, aquella donde se utilizó el sustrato compuesto por cuatro elementos; ST+MOT+FCSM+CAC y 30 días de reposos después de mezclados.

Palabras clave: Semillero, Sustrato, Arroz, Postura, Reposo.

ABSTRACT

The research was conducted during the cold season 2012 - 2013 with the aim of adapting the substrate for the technology to be followed in the production of rice on mat poses for use in transplantation machining conditions Pinar del Rio. Experimental design was used Azar Block under two-factor factorial (4 x 5): four substrates: 1. sieved soil (ST), 2. ST + sifted organic matter (MOT), 3. MOT + ST + ground dry cane fiber (FCSM), 4. FCSM MOT + ST + carbonized rice husk (CAC) and 5 days of rest after mixing the substrates (40, 30, 20, 10 and 0 days), each variant had 4 replicates. It was determined the quality of the positions, relative to the diameter of the seedling fresh weight, dry weight and plant height at 18 days after planting, with the results made way analysis of variance, significant differences between means were docimaron according to test Duncan's multiple range for $p = 0.05$. There was interaction between the factors under study resulting in the most advantageous combination for quality seedling production, one where we used the substrate composed of four elements FCSM ST + MOT + + CAC and 30 days of rest after mixing.

Key words: Seed, Substrate, Rice, Posture, Rest.

INTRODUCCIÓN

El Arroz (*Oryza sativa* L.), es una de las plantas alimenticias más antiguas; se hace casi imposible determinar con exactitud la época en la que el hombre comenzó a cultivarla, incluso no se ha podido precisar si antes o después del trigo, sin embargo en la literatura china, se hace mención 3000 años a. n. e., a la ceremonia de la siembra, la cual sólo el emperador tenía el privilegio de presidir (Angladette, 1969).

La producción mundial de arroz se ha comportado en los últimos 10 años con un promedio anual de 584 millones de toneladas de arroz cáscara, alcanzando en este decenio las mayores producciones históricas; las áreas sembradas en este período se han mantenido estables entre 150-160 millones de hectáreas (Cuba, 2005).

El arroz necesita para su eficiente cultivo, de una fitotecnia especial; consistente la misma en inundar el suelo con una lámina de agua que se establece antes o después de la siembra y perdura en el campo hasta prácticamente la cosecha, esto presupone diferentes tecnologías de producción y el efecto que provocan unas u otras prácticas se discute y analiza ya que todas inciden sobre las propiedades físicas del suelo. El tipo y tasa de degradación está determinado por el uso y manejo que se le de al suelo, refiere Altieri y Nicholls (2000), de ahí que el primer paso es identificar los procesos degradativos actuales y adecuar las tecnologías para su empleo.

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 arrocera (Mather, 1986). 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 pregerminada.

Una hectárea de suelo para trasplante requiere de 400 bandejas de 0.30 x 0.60 cm Washio, (2004) en Cuba se están adquiriendo máquinas trasplantadoras sin el sistema para el llenado de las bandejas, por lo que se hace necesario establecer una tecnología de facturación cubana que permita la puesta en explotación de las máquinas trasplantadoras, el presente trabajo tiene como objetivo adecuar el sustrato para la tecnología a seguir en la producción de posturas de arroz en alfombra a utilizar en el trasplante mecanizado en las condiciones de Pinar del Río.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, durante la época del período poco lluvioso (frío) 2012- 2013 para determinar y adecuar los componentes del sustrato para semillero de arroz en alfombra.

Se probaron 4 variantes para elaborar el sustrato, teniendo en cuenta las recomendaciones de la bibliografía consultada (Rice Technology Bulletin, 2005), 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 en 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 1*, pasado el tiempo de reposo se llenaron las bandejas, se niveló el sustrato y se fertilizó con urea, cloruro de potasio y superfosfato triple, la cantidad de los portadores por bandeja estuvo a razón de 7 g de Urea/m², 23 g de Superfosfato triple/m² y 4 g de Cloruro de Potasio/m², los que se diluyeron en agua y se asperjaron con un micro aspersor de jardinería.

Tabla 1. Ubicación de los diferentes sustratos y tiempos de reposo.

40 días de reposo	ST	ST+MOT	ST+MOT+FCSM	ST+MOT+FCSM + CAC
30 días de Reposo	ST+MOT+FCS M+CAC	ST+MOT+FCS M	ST+MOT	ST
20 días de reposo	ST+MOT+FCSM	ST	ST+MOT+FCS M+CAC	ST+MOT
10 días de reposo	ST+MOT	ST+MOT+FCSM +CAC	ST	ST+MOT+FCM
Sin reposo	ST	ST+MOT+FCS M	ST+MOT+FCS M+CAC	SST+MOT

Después de la fertilización se realizó un riego pre-siembra con un aspersor de espalda garantizando que la superficie de cada bandeja se mantuviera inalterable, seguidamente se efectuó la siembra con semilla de arroz pregerminada, en cada bandeja se sembraron 127.5 gramos, correspondiente con la densidad de 750 g/m² recomendada (Cuba, 2005). Posteriormente a la siembra, todas las semilla se taparon con una delgada capa de suelo tamizado no mayor de 0.5 cm, garantizándose que todas las semillas quedaran cubiertas e inmediatamente se efectuó el riego de germinación, para lo cual se utilizó el mismo procedimiento del riego de presiembra, posteriormente las bandejas se cubrieron con nylon negro durante 12 horas, transcurrido ese tiempo se retiró el nylon, se hizo coincidir el tiempo de tapado con las horas de la noche y el tiempo destapado en horario del día, proceso que en total duró 48 horas a partir del cual ya no se volvió a tapar.

La actividad de riego se efectuó todos los días a la misma hora, bajo un esquema pre establecido.

El régimen de fertilización, se hizo corresponder con el que se aplicaría en el semillero en alfombra.

Cinco días después de la siembra se fertilizó con urea a la dosis de 7 g/m² y con Cloruro de Potasio a 4 g/m², repitiendo esta dosis a los diez y quince días respectivamente. Para la fertilización, los portadores se diluyeron en agua y se aplicaron con un aspersor de espalda.

En el día 18 después de la siembra se procedió a realizar la determinación de la calidad de la postura, basada en:

Peso fresco (g).

Diámetro (mm) del tallo de la plántula (a 24 mm de la base de la raíz).

Altura de la postura (cm)

Mediciones y Observaciones

Peso fresco de las posturas (g) Balanza analítica.

Peso seco de las posturas (g) Balanza analítica.

Diámetro de la postura (mm)

Altura de las posturas (cm).

Para medir el diámetro y la altura de la planta se utilizó el Método Estándar para el arroz según Graeguiles (2000), utilizando el Pie de Rey y una cinta métrica con error de apreciación de 0.05 mm y ± 1 mm respectivamente.

Procesamiento estadístico. A los datos obtenidos se les realizó el análisis de varianza bifactorial (4 x 5), cuatro variantes tecnológicas y cinco tiempos de reposo. Las diferencias significativas entre medias se docimaron según la prueba de Rangos Múltiples de Dúncan para $p=0.05$. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software STATGRAPHICS Plus versión 5.1 en ambiente Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró interacción entre los factores en estudio, de los cuatro sustratos probados la mayor masa fresca se obtuvo con diferencias significativas entre las medias cuando las posturas se desarrollaron en el sustrato que tuvo cuatro componentes, o sea; suelo, materia orgánica, fibra de caña seca molida y cascarilla de arroz carbonizada, los que después de mezclados y dejados en reposo por 30 o 40 días permitieron el desarrollo adecuado de las posturas (*tabla 2A*), al respecto González, Navarro, Castro (2005), reportaron que las posturas de arroz entre 18 y 20 días de edad deben tener una masa fresca lo suficientemente grande como para soportar los efectos del trasplante al cual serán sometidas.

Tabla 2. Efecto de los sustratos y el tiempo de reposo sobre masa fresca y masa seca de las posturas.

Sustratos	Tiempos de reposo (días)				
	40	30	20	10	0
	A) Masa seca de las posturas (g)				
ST	0.3703 l	0.3691 l	0.3738 l	0.3758 l	0.3701 l
ST+MOT	0.7123 bcde	0.6748 hij	0.5492 ijk	0.4687 hi	0.5071 jk
ST+MOT+FCSM	0.7934 abc	0.6782 efg	0.6863 efg	0.6887 ghi	0.6680 efgh
ST+MOT+FCSM+CAC	0.8386 a	0.8043 ab	0.7337 bcd	0.6930 cdef	0.6194 fgh
EsX	0.0356**				
	B) Masa fresca de las posturas (g)				
ST	0.1685 k	0.1979 k	0.1725 k	0.1710 k	0.1684 k
ST+MOT	0.3241 bcde	0.2016 ghi	0.2499 hij	0.2133 jk	0.2308 ij
ST+MOT+FCSM	0.3611 abc	0.3088 def	0.3123 def	0.2770 fgh	0.3040 defg
ST+MOT+FCSM+CAC	0.3816 a	0.3660 ab	0.3338 bcd	0.3153 cdef	0.2819 efgh
EsX	0.0162**				

Nota: Medias de tratamientos por parámetros con iguales letras no difieren significativamente según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan $P < 0.05$

Cuando se utilizaron sustratos con dos o mas elementos, el tiempo de reposo después de mezclado ejerció influencia significativa en los resultados de la masa fresca que logran alcanzar las posturas de arroz, lo cual puede estar influenciado por la interrelación e intercambio que ocurren en los elementos que conformaron dicho sustrato, los que conformaron una nueva estructura que dio vida y sustento a las plantas que sobre el se desarrollaron, lo cual se logró con 30 o mas días de reposo para el sustrato compuesto por cuatro elementos, no sucediendo así cuando se utilizó ST+ MOT o cuando se emplearon tres elementos ST+MOT+FCSM, en que los mejores resultados se logran cuando el tiempo de reposos fue de 40 días.

Por estos resultados se infiere que el carbón de cascarilla de arroz fungió como catalizador al proceso de identificación y conformación de la estructura del sustrato

porque fue donde mejores resultados se encontraron, según, según el Rice Technology Bulletin, (2005) los sustratos para semilleros de arroz deben estar compuestos por varios elementos incluido el carbón de cascarilla de arroz.

El comportamiento de la masa seca de las posturas (*tabla 2B*), fue similar al encontrado para la masa fresca, donde los mayores valores, que indican el desarrollo adecuado se alcanzaron en el sustrato compuesto por cuatro componentes, coincidiendo en que los mejores tiempos de reposo resultan cuando después de la mezcla se dejaron por 30 o 40 días. Se encontró que no existe tendencia definida a aumentar la masa seca por el tiempo de reposo después de la mezcla cuando se desarrollaron en sustratos sin carbón de cascarilla de arroz, lo que confirma que este elemento sirvió de catalizador para la mejor y mas rápida adecuación del sustrato para el buen desarrollo de la simiente.

Para el desarrolló de las posturas respecto al diámetro de las plántulas se encontró interacción entre los factores en estudio, los sustratos que después de mezclados se dejaron en reposo, el diámetro de las posturas fue superior según avanzó el tiempo en ese estado, los mejores diámetros para posturas de arroz se lograron en aquellas que se desarrollaron en el sustrato de 4 elementos (ST+MOT+FCSM+CAC), con 30 o mas días de reposo después de mezclados, lo cual puede estar condicionado a la mejor estructura que se logra y la disponibilidad de elementos nutrimentales que encuentran las plantas en esas condiciones (*tabla 3A*).

Tabla 3. Efecto de los sustratos y el tiempo de reposo en el diámetro a 24.mm de la base de la raíz y la altura de las posturas.

Sustratos	Tiempos de reposo (días)				
	40	30	20	10	0
A) Diámetro de la plúmula a 24 mm de la base de la raíz					
ST	1.89 ij	1.90 ij	1.93 i	1.89 ij	1.84 j
ST+MOT	2.33 cd	2.37 cd	2.23 efg	2.19 gj	2.12 h
ST+MOT+FCSM	2.43 b	2.43 b	2.37 bc	2.28 def	2.21 fg
ST+MOT+FCSM+CAC	2.52 a	2.59 a	2.37 bc	2.31 cde	2.27 def
EsX	0.028**				
B) Altura de la postura (cm)					
ST	12.375 jk	12.550 j	11.375 l	11.375 l	11.975 k
ST+MOT	15.625 abc	15.175 cd	14.250 fg	13.575 hi	13.225 i
ST+MOT+FCSM	16.025 a	15.250 cd	14.952 de	13.450 i	13.125 i
ST+MOT+FCSM+CAC	15.925 ab	15.500 bc	14.675 ef	14.100 g	13.225 gh
EsX	0.1666**				

Nota: Medias de tratamientos por parámetros con iguales letras no difieren significativamente según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan $P < 0.05$

Uno de los indicadores que mas se exige para el trasplante mecanizado es lograr que las posturas alcancen en 18 o 20 días de germinadas, Washio (2004), alturas que fluctúen

entre 15 y 20 cm, siendo la altura de 15 cm la mas adecuada para el proceso de la siembra con máquinas trasplantadoras, ya que si la postura sobresale esas dimensiones ocasiona interrupciones una ves que el órgano de trasplante la deposita en el suelo, si la operación se realiza de forma manual, donde opera un agente conciente, el tamaño de la postura se obvia dado que intencionalmente se manipula la misma de acuerdo a los requerimiento de cada caso en particular, en la *tabla 3B*, se aprecia que respecto a la altura de las plantas 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 mas días de reposo.

Al respecto Menéndez (2012) encontró que la altura mas adecuada para las posturas de arroz para las condiciones de suelo y clima de Pinar del Río con la trasplantadora Modelo TMA-4 es de 15 cm, este mismo autor encontró que las mejor altura y grosor (diámetro) de las plántulas resultan en aquellos sustratos que están compuestos por suelo, materia orgánica y cáscara de arroz en diferentes proporciones, resultando mejor aquel donde mayor fue la proporción de materia orgánica.

CONCLUSIONES

- En la medida que aumenta el tiempo de reposo hasta los 30 días o más después de elaborado el sustrato con diferentes elementos (Suelo tamizado, Materia orgánica, fibra de caña seca molida y cascarilla carbonizada), aumenta la calidad de la postura de arroz para el trasplante mecanizado.
- 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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M., Nicholls, Clara I. (2000). *Agroecología, Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable*. México: PNUMA. p. 90-91
- Angladette, A. (1969). *El Arroz, técnicas agrícolas y producciones tropicales*. Editorial Blume. p. 221-232
- Cuba. Instituto de Investigaciones del Arroz. (2005). *Instructivo Técnico del Cultivo del arroz*. pp. 2
- Díaz, G. S., Cabrera, J. A. y Ruiz, M. (2009). Modificaciones a las propiedades físicas del suelo por la acción de diferentes prácticas productivas para cultivar arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 30(3), 5.

- González, F., Navarro, I, Castro, P. (2005). Tecnología y nuevos equipamientos para la producción arroceras. En: *Programas y Resúmenes del III Encuentro Internacional del Arroz*. La Habana, Cuba. p. 67-78
- Graeguiles, J. B. (2000). Reed Rice. Research in control. En. *Proceeding of fred rice*. Simposium held at Texas and M. University. pp. 5
- Mather, T. H. (1986). Ordenación del ambiente para la lucha antivectorial en arrozales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. *Estudio Riego y Drenaje*, (41), 1-2
- Menéndez, L. (2012). *Evaluación de la tecnología de trasplante arroz a pequeña escala con la trasplantadora TMA-4, en suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférrico*. La Habana: Universidad Agraria de La Habana. Facultad de Mecanización. Centro de Mecanización Agropecuaria. (pp. 55).
- Philippine Rice Research Institute. (2005). Carbonized Rice Hull. Revised Edition. Departamen of Agriculture, *Rice Technology Bulletin*, (47), 1-15.
- Washio, O. (2004). *El cultivo de siembra directa en Japón*. Japón: Sociedad de investigación de la siembra directa del arroz de aniego. p. 32-40
- Wilson, M. y Sabatini, R. (2001). Sustentabilidad del agro ecosistema de Montes. En: *Entre Ríos, revisión crítica y modelo conceptual*. Buenos Aires. *Rev. Facultad de Agronomía*, 21(2), 117-128.

Recibido: diciembre 2015

Aprobado: febrero 2016

Ing. Máximo Daniel Hernández Blanco. Empresa Agroindustrial de Granos Los Palacios. Calle 26 e/19 y 21 No. 1920 Los Palacios, Pinar del Río, Cuba Teléfono: 547121. Correo electrónico: rene@palacio.co.cu