

RESPUESTA AGROINDUSTRIAL DEL ARROZ (*ORYZA SATIVA* L.) SOMETIDO A TRES TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN EN ÁREAS INFECTADAS POR ARROZ ROJO DEL MUNICIPIO RÍO CAUTO

Moizán Hung Miranda¹, Ramón Santiesteban Santos¹, Diosvanis Suárez Vega², Edil Estrada Abeal¹, Elio Macías Núñez¹ y Ubail Ávila Medina¹

1. Universidad de Granma - Carretera a Manzanillo Km/17 Peralejo - Apartado 21 - Bayamo M.N Código Postal 85149 - Granma - Cuba - Teléfono: (53 23) 48 1015. Ext. 303 y 304. mhungm@udg.co.cu

2. CCS "Orlando Lara Batista", CAI Arroceros "Fernando Echenique Urquiza" municipio Río Cauto, provincia Granma-Cuba.

El arroz constituye un producto básico en la dieta alimenticia de los cubanos, su producción la conforman un sector especializado y un sector popular que obtienen unas 256000 toneladas métricas de arroz, siendo necesario importar alrededor de 350 mil toneladas anuales de arroz blanco para cubrir el balance nacional, las principales limitantes para la obtención de altos rendimientos son las malezas y en especial el arroz rojo, (AR) considerado dentro las cinco primeras especies de importancia económica (García *et al.*, 2013).

El arroz rojo es definido por Vaughan *et al.* (2005) como *Oryza siva* L., no deseado por los humanos del cual la mayoría de sus semillas no son recogidas durante la cosecha del cultivo y está específicamente adaptado al hábitat perturbado por el hombre; se encuentra ampliamente distribuido en los campos produciendo pérdidas que pueden llegar en infestaciones intensas hasta el 94.8% del rendimiento agrícola del cultivo cuando se realiza la siembra directa y el sector especializado cultiva el 100 % de las áreas bajo estas tecnologías, que en la actualidad ha llegado a infestar el 86 % de las áreas de siembra en las diferentes categorías (García *et al.*, 2013).

Entre las medidas utilizadas para enfrentar la problemática se encuentra el uso tecnologías eficientes y el principal método empleado se basa en la desinfección química de los campos, sin embargo la tecnología de fanguero ha permitido que muchos campos severamente infestados donde ya no se podía sembrar el arroz retornaran a su uso. James *et al.* (2007), por lo que pretendemos en este trabajo evaluar el comportamiento de indicadores productivos y de calidad de la cosecha de la variedad de arroz Selección I, sometida a tres tecnologías de producción: siembra en fanguero por el método de trasplante, siembra directa en fanguero y desinfección siembra directa en seco, en áreas infectadas por arroz rojo.

DESARROLLO

La investigación se desarrolló en áreas de la CCSF "Orlando Lara Batista", ubicada en Malacó, perteneciente al municipio Río Cauto, sobre un suelo Vertisol según MINAG (2002), en el periodo septiembre-diciembre de 2013, donde se evaluó la respuesta agroindustrial del arroz variedad Selección I sometida a tres tecnologías de producción:

1-Siembra en fanguero por el método de trasplante. Se utilizaron semillas de 25 días de geminadas, a una distancia de 0.20x0.20m.

2-Desinfección siembra directa en seco. Se utilizó una norma de 100 kg.ha⁻¹

3-Siembra directa en fanguero. Se utilizó una norma de 100 kg.ha⁻¹

El comportamiento de las variables climáticas tuvo una manifestación acorde a la época del año, mostrando una variabilidad pronunciada en los tres indicadores evaluados con respecto a la temperatura, oscilando entre 27.2 y 24.7 °C, disminuyendo para los meses finales de año como es normal que ocurra; la humedad relativa estuvo en el orden de 69-79% y las precipitaciones atípicas, ya que en octubre solo precipitaron 0.8 mm y en agosto se produjeron

137 mm y en diciembre, que resulta uno de los meses más secos del año, se produjeron 62.9 mm.

Tabla. 1. Comportamiento de algunas variables climáticas durante el desarrollo de la investigación.

Meses	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic
Humedad Relativa (%)	77	75	69	79	77
Temperatura (°C)	27.2	26.7	26.9	25.8	24.7
Precipitaciones (mm)	137.3	66.6	0.8	86.8	62.9

CITMA (2014). Datos meteorológicos de la Estación Territorial Veguita Granma.

Se utilizó semillas categorizadas y un área de una hectárea por tratamiento, (tecnología), las cuales fueron ubicadas de forma consecutiva en el terreno en la misma finca; el suelo mostró homogeneidad en su composición química y adecuada nivelación, lo que permitió la conducción y manejo sin dificultad, del agua en todas las parcelas.

Las evaluaciones se realizaron en seis puntos de muestreos, en un área de 3m² (3 x1m) cada uno por tecnología.

Evaluaciones realizadas: Plantas por m², (Pl.m²), hijos fértiles por planta, (HF.PI), panícula por m², (Pan.m²), granos llenos por panícula, (GLL.Pan), granos vacíos por panícula, (GV.Pan), masa de 1000 semillas, (m 100Sem) y rendimiento agrícola en (t.ha⁻¹) al 14% de humedad.

Calidad industrial.

En el momento de la cosecha se tomaron seis muestras de 1 kilogramo de granos cada una por tecnología, estas fueron llevadas al laboratorio del CAI Arrocerero Fernando Echenique y se les determinó la calidad industrial en cuanto a organismos nocivos:

- Granos vanos (Gv), Granos pelados (GP), Granos verdes pastosos (GVP), Restos vegetales (R veg.), Materia extraña (Mat. Ext.), Arroz rojo (AR) e Impurezas totales(Imp. Total).

Los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas fueron procesados mediante el paquete estadístico *STATISTICA* Versión 8.0 para *Windows* (CITMA, 2010). Inicialmente se realizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y la prueba de Bartlett para determinar la distribución normal y la homogeneidad de varianza de los datos observados, respectivamente; luego fueron sometidos a un análisis de varianza de clasificación simple y Prueba de Fisher al 5% de probabilidad del error.

Resultados.

Indicadores productivos de acuerdo a la tecnología empleada.

En la tabla 2 se puede apreciar que el número de plantas por metro cuadrado mostró diferencia significativa, logrando la mayor cantidad de plantas con la tecnología de siembra directa en fanguero con 191 pl.m², correspondiendo a arroz rojo 49 plantas, y el menor número de plantas con la tecnología de siembra en fanguero por trasplante, con 25 plantas.

La cantidad de pl.m² se corresponde con las recomendaciones realizadas por MINAG (2014), que señala el trasplante de 25 pl.m², y para las demás tecnologías, poblaciones entre 100-300 pl.m², en dependencia de la variedad y de factores técnicos productivos.

Los resultados encontrados están en correspondencia con los reportados por García *et al.* (2013), quienes encontraron una relación directamente proporcional entre la densidad de

población hasta 300 mil plantas por hectárea y el número de panículas por metro cuadrado hasta el orden de 452 unidades por m².

Sin embargo los resultados de Peña y Peña (2010), fueron diferentes utilizando poblaciones superiores a las empleadas en este trabajo cuando evaluó siete variantes de tecnologías de producción de arroz.

Mientras que el MINAG (2008) señala que para alcanzar rendimiento de 6 t.ha⁻¹ de arroz húmedo, es necesario producir como promedio un total de 20 mil granos.m² y como los granos son el producto de las pan.m² y los gll.pan, se requiere lograr en el campo no menos de 350 pan/m²; comparando ello con el ahijamiento efectivo que se alcanza como promedio en el país, se necesitan más de 200 plantas por m².

Tabla. 2. Comportamiento de los parámetros productivos

No	Tecnologías	Pl.m ²		HF.PI	Pan.m ²
		Arroz comercial	Arroz rojo		
1	Fangueo por el método de trasplante.	25 c	-	4.0 ^a	195c
2	Desinfección siembra directa en seco	171 ^b	10 ^b	2.06 ^b	279 ^b
3	Siembra directa en fangueo	141 ^a	49 ^a	1.85 ^b	330 ^a
ESx		8.4 ^{**}	5.2 ^{**}	0.27 ^{**}	24 ^{**}

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí según prueba de Fisher para el 5% de probabilidad del error.

Lectura. Plantas por metro cuadrado Pl.m², hijos fértiles por planta HF.PI, panículas por metro cuadrado Pan.m².

Para el número de granos llenos por panícula (tabla 3), el comportamiento de las tecnologías no resultó similar. Se encontró diferencia significativa entre las tecnologías, pero resultó mejor la siembra en fangueo por el método de trasplante con 186 GLL.Pan, este resultado pudiera estar relacionado con la densidad de siembra y la calidad de las plantas, ya que se obtienen los mejores resultados donde se utiliza la población adecuada, también esta tecnología permite que las plántulas lleguen al área establecimiento con un mayor nivel de desarrollo y es menor la competencia y al contar con mayor espacio pudieran tener un mejor comportamiento debido a que bajo esta tecnología se garantiza una población balanceada y uniforme, por lo que se debiera continuar profundizando en aquellos aspectos que influyen en la efectividad de la germinación de la semilla para lograr una germinación adecuada y que se pudiera disminuir los volúmenes de semillas por área y con ello contribuir a un mejor desarrollo biológico y productivo de la planta.

Este indicador del rendimiento agrícola ha sido abordado en investigaciones realizadas en el orden nacional e internacional; al respecto Peña (2010) logró los mejores resultados cuando empleó la siembra en fangueo por el método de trasplante con 160.7 GLL.Pan, empleando la variedad Selección I, y al compararla con el resto de las tecnologías señala la diferencia en el consumo de semilla pues mientras el trasplante se realizó en un marco de 42 plantas/m² (12 kg.ha⁻¹ de semilla), la variante de voleo consumió 120 kg.ha⁻¹ de semilla y la siembra en hilera se realizó a 70 kg.ha⁻¹.

Granos vanos por panícula también tuvo un comportamiento favorable para la tecnología siembra en fangueo por el método de trasplante aunque no difirió de la desinfección en siembra directa en seco con valores de 1 y 1.17 GV.Pan, respectivamente. Resultado que corrobora lo

anteriormente planteado y las bondades de la tecnología de siembra de arroz en fangueo por el método de trasplante, ya que la plántula llega al campo con mayor grado de formación y desarrollo que la pone en ventaja con relación a la siembra directa, que van a competir por espacio, alimentos, luz etc, con plantas de la misma especie y de otras especies que son más agresivas, organismos nocivos y otras, donde las plántulas de la tecnología de siembra en fangueo por trasplante le llevan ventaja. Esta pudiera ser una de las razones por las cuales la incidencia de arvenses es menor en las áreas donde se utiliza esta tecnología, teniendo en cuenta estos indicadores entre los que se utilizan para evaluar la tecnología se recomienda el uso de ella, siempre que sea posible, para garantizar altos rendimientos, economía de semillas y también una menor incidencia de arroz rojo, considerado una de las malezas de más difícil control dentro de los campos de arroz y que afectan los rendimientos y la calidad de esta.

Tabla 3. Comportamiento de los parámetros productivos de acuerdo a la tecnología.

No	Tecnologías	GLL.Pan	GV.Pan	M. 1000 Sem.	Ren. t.ha ⁻¹
1	Siembra en fangueo por el método de trasplante.	186 ^a	1.0 ^b	26.66 ^a	4.0 ^a
2	Desinfección siembra directa en seco.	170 ^b	1.17 ^b	25.66 ^b	2.55 ^b
3	Siembra directa en fangueo	161 ^c	2.06 ^a	24.50 ^c	2.28 ^c
ESx		2.7 ^{**}	0.11 ^{**}	0.48 ^{**}	0.08 ^{**}

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí según Prueba de Fisher para el 5% de probabilidad del error.

La masa de 100 semillas es otro indicador de gran valor a tener en cuenta para evaluar los rendimientos y resulta más atractivo cuando se trata de una misma variedad sometida a diferentes condiciones de manejo como es el caso, y se puede observar en la propia tabla 3 que los valores mayores se obtienen cuando se realiza la siembra con la tecnología de fangueo por el método de trasplante, en este indicador tiene un gran valor el comportamiento de la planta durante todo su desarrollo, desde que la plántula llega al campo hasta el momento de la cosecha, pasando por cada una de las fases de su biología y el manejo agrotécnico, donde puede ser influenciada por diferentes causas que pudieran repercutir en el comportamiento de este indicador del rendimiento y tiene gran importancia ya que es el fruto de todo el trabajo realizado. Resultados similares fueron reportados por Peña y Peña (2010).

Se encontró diferencia significativa para las tecnologías en cuanto a rendimiento de granos por hectárea, donde coincidió la de mejor rendimiento la siembra en fangueo por el método de trasplante con 4.0 t.ha⁻¹.

Evaluación de las tecnologías de acuerdo a parámetros de calidad.

Para la variable granos vanos presentes en la muestra tomada al momento de la cosecha se encontró la mayor cantidad de estos en la tecnología de siembra directa en fangueo con 1.99 %, y las tecnologías de siembra en fangueo por el método de trasplante y desinfección siembra directa en seco mantuvieron un comportamiento similar, pero con valores inferiores. Este valor representa 10.3 kg de granos vanos por tonelada de arroz húmedo y fue la tecnología con la cual se logró menor cantidad de este tipo de impureza.

En la variable granos pelados se produjeron las mayores afectaciones (2.9%), donde se utilizó la tecnología siembra directa en fangueo, valor que representa 29 kg de arroz pelado en cada tonelada de arroz que se coseche bajo esa tecnología.

Cuando se utilizó la tecnología de siembra directa en fangueo se encontró la mayor cantidad de granos verdes pastosos en la cosecha (2.06%), que son granos que no llegaron a completar el proceso fisiológico y que de una forma u otra afectan la calidad de la cosecha.

Cuando analizamos la variable residuos vegetales, observamos que los valores son muy similares en las tres tecnologías, lo que provocó no encontrar diferencia entre ella, resultado que hasta cierto punto tiene que ver con la atención al cultivo, que independientemente de lograr resultados diferentes en cada una de las tecnologías, el manejo estuvo en correspondencia con la tecnología para el control de malezas y restos vegetales que van a la cosecha.

Tabla 4. Comportamiento de la calidad del grano de acuerdo a la tecnología empleada.

No	Tecnologías	GV %	GP %	GVP %	R. Veg %	Tot. Imp.
1	Siembra en fangueo por trasplante.	1.03b	2.02b	1.0b	2.08a	8.60c
2	Desinfección siembra directa en seco	1.04b	2.02b	1.17b	2.05a	10.07b
3	Siembra directa en fangueo.	1.99a	2.09a	2.06a	2.09a	14.16a
ESx		0.11**	0.11**	0.4**	0.11 ns	0.01**

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí según Prueba de Fisher para el 5% de probabilidad del error.

De forma general el total de impurezas por tecnología resultó altamente significativo entre las tecnologías empleadas con valores de 14.16% para la siembra directa en fangueo, 10.07% para desinfección siembra directa en seco y 8.6% para la siembra en fangueo por el método de trasplante; que representan en el orden anterior 141.6, 100.7 y 86 kg de impurezas en cada tonelada de arroz cosechada.

Efecto de las tecnologías en cuanto a la calidad industrial del arroz para los parámetros arroz rojo e impurezas totales.

En la figura 1 se muestra el efecto de las tecnologías en cuanto a la calidad industrial del arroz para los parámetros arroz rojo e impurezas totales, donde se puede observar la presencia de arroz rojo en las tres tecnologías con diferencia altamente significativa, y en la tecnología de siembra en fangueo por el método de trasplante, fue donde se obtuvo la menor cantidad de esta maleza (2.47%), del total de impurezas presentes en la cosecha (8.6%); mientras que para desinfección siembra directa en seco el valor fue de 3.73% y para siembra directa en fangueo 6 %. Los resultados muestran que la tecnología de siembra en fangueo por el método de trasplante fue donde se encontró la menor cantidad de impurezas (8.6%) y cuando se empleó la tecnología de siembra directa en fangueo se registró la mayor cantidad de impurezas 14,16%. Los resultados encontrados son de gran valor por las pérdidas que causa el arroz rojo en los campos de arroz comercial si tenemos en cuenta que en la provincia Granma se produce alrededor del 40% de la producción de arroz del país y que el municipio Río Cauto es el mayor productor de la provincia (ONEI, 2013), y las pérdidas representan 54, 82.06 y 136 kg de arroz rojo, respectivamente, por cada tonelada de arroz consumo que se coseche.

Además de afectar el rendimiento agrícola e industrial del arroz comercial, la presencia de arroz rojo provoca acame en el campo, dificulta las labores de cosecha, obstaculiza el proceso de beneficio del arroz, aumenta los costos de producción, disminuye el valor de las tierras y la presencia de sus granos descalifican la semilla para la siembra (James *et al.*, 2007).

Sin embargo García (2000) logró reducir la población de arroz rojo en 57.6 % e incrementó los rendimientos en 38.9 % cuando realizó araduras profundas en el suelo (20 cm) en campos infestados y subsecuentes araduras superficiales provocaron incremento del arroz rojo.

Zanini Neto *et al.* (1977), citado por Ortiz *et al.* (2006) observaron que el sistema de siembra en suelo seco a voleo presentó la mayor infestación de arroz rojo y con la menor infestación el de preparación de suelo en fangueo y trasplante.

Peña y Peña (2010), en Granma evaluaron siete tecnologías de preparación de suelo para la siembra de arroz y la variedad Selección 1, y encontraron los mayores rendimientos con las variantes de trasplante, preparación en fangueo y siembra con semilla pregerminada.

Olivera y Barros (1986) señalaron que cada 5 g de semillas de arroz rojo producen una reducción en el porcentaje de granos enteros de 1.2 a 1.4 %, un 1 % de granos rojos disminuye el rendimiento industrial en 0.1 %, bajando la calidad del arroz.

Los resultados coinciden con los reportes de Puerta (2003).

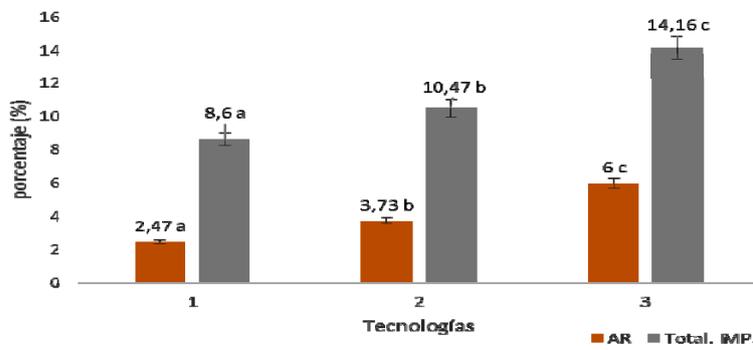


Figura 2: Representación del arroz rojo en las impurezas totales por tecnología. ESX (AR) = 0,39 ESX (Imp) = 0,44****

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí según Prueba de Fisher para el 5% de probabilidad del error.

En la actualidad no existe un método concreto que por sí solo realice un control total del arroz rojo, por lo que debe emplearse un sistema integrado que incluya todos los métodos posibles de prevenir la introducción del arroz rojo a campos limpios y reducir la infestación de sus semillas en el suelo para prevenir reinfestaciones (García *et al.*, 2003).

CONCLUSIONES

Con el empleo de la tecnología de siembra en fangueo por el método de trasplante se lograron los mejores resultados para los indicadores productivos: cero arroz rojo en los primeros estadios del cultivo, hijos fértiles por planta, granos llenos por panícula, masa de 1000 semillas y rendimiento agrícola, con una disminución significativa del arroz rojo (2.47%) y bajo porcentaje de impurezas (8.65).

Bibliografía

1. CITMA (2010). Paquete estadístico *STATISTICA* versión 8.0 para *Windows* 2007 existente en la Universidad de Granma.
2. CITMA (2014). Datos Meteorológicos de la Estación Territorial Veguita Granma.
3. García J. (2000). Estudio de los umbrales de daño y algunas prácticas de manejo del arroz rojo en el cultivo del arroz. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Agricultura Sostenible. Universidad Central de Las Villas.

4. García, J; R. Ridelms, P. Meneses, M. delgado, J. valle y C. Pérez. (2003). No laboreo: una alternativa para contrarrestar la infestación de arroz rojo y la erosión del suelo. *Agronomía, variedades y semillas. Primer Fórum Ramal del Cultivo del Arroz. Memorias. Camagüey. 2003. Ed. Instituto de Investigaciones de Granos.*
5. García J., A. Hernández y R. Socorro. (2013). Evaluación del rendimiento industrial y la calidad de cocción de líneas promisorias de arroz rojo. *Infociencia. 17(3).*
6. James C., Burgos Nilda R., D. Gealy, G. Zorrilla y R. Labrada. (2007). *Arroces maleza – origen, biología, ecología y control. Estudio FAO, Producción y Protección Vegetal. Roma. 188.*
7. MINAG. (2002). Datos del Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de la Provincia Granma. Archivo CAI Arroceros Fernando Echequique.
8. MINAG. (2008). Manejo del agua en los sistemas de producción de arroz. Normas técnicas para la producción de arroz. Instituto de Granos. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
9. MINAG. (2013). Normas técnicas para la producción de arroz. Instituto de Granos. Ministerio de la Agricultura. Cuba.
10. MINAG. (2014). Normas técnicas para la producción de semillas de arroz. Empresa de Semillas Varias. Cuba.
11. ONEI. (2013). Datos de la Oficina Nacional de Estadística de la República de Cuba. Oficina Territorial Granma.
12. Ortiz A. y M. Ojeda. (2006). Evaluación del efecto de diferentes proporciones de granos paddy de varietales de arroz maleza sobre la calidad molinera de variedades de arroz. *Agronomía Tropical. 56(2): 199-218.*
13. Ortiz A. y L. Castillo. (2006). Ruptura de latencia de la semillas en poblaciones de arroz maleza y silvestres de Venezuela. *Agronomía Trop. 57(3): 219-229.*
14. Oliveira, M. A. B. e J. de A. I. de Barros. (1986). Influencia da quantidade de arroz vermelho no porcentual de graos inteiros. *Lav. Arrozeira, Porto Alegre. 39. (368). Sept-Oct.*
15. Peña, R. y R. Peña. (2010). Efecto de diferentes tecnologías de preparación de suelo y siembra sobre el rendimiento agrícola del arroz, variedad Selección 1. XVII. Fórum de Ciencia y Técnica. II Etapa. Fondo de soluciones del Banco de problemas. Estación Territorial de Investigaciones de Granos. Jucarito, Río Cauto, Granma.
16. Puerta, L. (2003). Generalización de la siembra de arroz por trasplante. *Agronomía, variedades y semillas. Primer Fórum Ramal del Cultivo del Arroz. Memorias. Camagüey. 2003. Ed. Instituto de Investigaciones de Granos.*
17. Vaughan, D., P. Sanchez, J. Uskini, A. Kaga and N. Tomooka. (2005). Asian Rice and Weddy Rice- Evolutionary Perspectives. In: *Crop Ferality and Volunteerism: A Threat to Food Security in the Transgenic Era. J. Gressel, ed. CRC Press. 257-277 p.*