

PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS PARA DISMINUIR LAS AFECTACIONES DEL ARROZ ROJO (*Oryza sativa* L.). I. ROTACIÓN CON SOYA, MANEJO DEL AGUA Y LABOREO DEL SUELO EN HÚMEDO

G. S. Díaz[✉] y R. Polón

ABSTRACT. Rice production in Cuba is seriously affected, due to the occurrence of red rice (*Oryza sativa* L.). The damage levels are higher in the state sector, but other ways of production are affected as well. The present work was developed at “Los Palacios” Rice Research Station, belonging to the National Institute of Agricultura Sciences (INCA), during 1999-2001 period, using a randomized block design with four repetitions, where two agroecological practices were carried out, in order to find alternative solutions for the chemical control of this crop species. Annual soybean-rice rotation, after its cultivation, was performed by means of two variants. In the first one, the soil was flooded for 30 days and, later, prepared by mudding. According to the second variant, after soybean cultivation, the soil was also prepared by means of a mudding process. The results of both technologies were compared using the productive practice method, which consists of chemical disinfection. Soybean-rice rotation, as well as soil farming by mudding, using the former two variants, enable to reduce more than 98 % of red rice mixures in two years and improve its physical and chemical conditions. This allows yield increment from 1.5 to more than 5 t.ha⁻¹. The profits obtained by using both agroecological variants surpassed 1500 pesos.ha⁻¹.

RESUMEN. En Cuba, la producción arroceras está seriamente afectada por la incidencia del arroz rojo *Oryza sativa* L.), los niveles de daños se contabilizan más en el sector estatal, pero afectan por igual al resto de las formas de producción. En la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se desarrolló el presente trabajo en el período 1999-2001, bajo diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde se probaron dos prácticas agroecológicas para buscar soluciones alternativas al control químico de esta especie vegetal, en las cuales se practicó la rotación anual arroz-soya, después del cultivo de ésta: en una de las variantes se inundó el suelo por 30 días y posteriormente se laboró por fangueo; en la otra, después de la soya también se laboró el suelo por fangueo con proceso, los resultados de ambas tecnologías se compararon con el método de la práctica productiva consistente en la desinfección química. La rotación de cultivo arroz-soya, y el laboreo de suelo por fangueo con las variantes probadas, permiten disminuir en dos años más del 98 % de las mezclas de los arroces rojos y mejorar sus condiciones físico-químicas, con lo que se logra incrementar los rendimientos del arroz cultivado de 1.5 a más de 5 t.ha⁻¹. La ganancia obtenida en las variantes agroecológicas estudiadas fue superior a 1500 pesos.ha⁻¹.

Key words: rice, *Oryza sativa*, pest control, alternative methods, weeds

Palabras clave: arroz, *Oryza sativa*, control de plagas, métodos alternativos, malezas

INTRODUCCIÓN

La producción de arroz de siembra directa es afectada en gran magnitud por la presencia del arroz rojo como planta no deseable; es maleza principal en Arkansas y Louisiana en EE.UU y en prácticamente toda América Latina es la causa de los bajos rendimientos y pérdidas de las cosechas del arroz comercial (1, 2, 3, 4). Cuba no está exenta del mal, pues se registran importantes pérdidas en todos los sectores productivos (5).

El arroz rojo obstaculiza el desarrollo normal del arroz cultivado, compite con éste por el espacio vital, se nutre de los elementos que son suministrados o existen en el suelo, vuelca las plantas del arroz comercial antes de la maduración, entorpece el proceso de cosecha, reduce la calidad molinera de la producción obtenida, e invalida los lotes destinados para semilla. Por pertenecer al mismo género y especie que el arroz cultivado, evade los efectos de los herbicidas gramínicos selectivos a este cultivo. Las pérdidas productivas, debidas a la incidencia del arroz rojo, sobrepasan el 60 % cuando la infestación es intensa (5).

Diversos son los métodos que en el mundo se ponen en práctica para atenuar la incidencia del arroz rojo, siendo el fundamental la quema con herbicidas de acción total previo a la siembra del arroz comercial y, además, se implementan medidas complementarias para el saneamiento de tan perjudicial invasora.

G. S. Díaz y Dr.C. R. Polón, Investigadores Agregados de la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ gdiaz@inca.edu.cu

En Cuba, el principal método directo de control del arroz rojo, está basado también en la quema con productos químicos (6); esta práctica constituye una seria amenaza para el medio ambiente. Cada año, la incidencia de la invasora crece y el daño ecológico va en aumento, por lo que el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de buscar soluciones agroecológicas alternativas al control químico, de fácil adopción por la práctica productiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se desarrolló durante el período 1999-2001 en la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, en la Provincia de Pinar del Río, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (7). Las variantes climáticas que incidieron en la zona fueron normales al desarrollo de los cultivos: temperatura media entre 23.5 y 26°C, precipitación anual de 1 346 mm y humedad relativa de 81.5 % media en los dos años (8).

La soya como cultivo rotante se sembró en el período lluvioso y el arroz en el período poco lluvioso.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos (variantes tecnológicas) y cuatro réplicas. Los datos obtenidos de las observaciones realizadas se sometieron al análisis de varianza factorial de dos factores (momentos x tratamientos).

El estudio se llevó a cabo en un suelo que durante el período 1997-1998 se había mezclado con el arroz rojo, por lo que al iniciar los trabajos de campo en 1999, la mezcla en las parcelas se catalogó de intensa, porque había más de 10⁶ plantas de arroz rojo por hectárea (9).

Los tratamientos contemplaron dos variantes agroecológicas para el control del arroz rojo: una integró la rotación de cultivos, inundación prolongada y laboreo del suelo por el método del fangueo continuo y la otra, rotación de cultivo y laboreo del suelo por el método de fangueo con proceso, donde se permitía la germinación de las semillas de los arroces rojos eliminándolas diez días de la germinación.

Para la siembra del cultivo rotante, después de la última cosecha de arroz (julio de 1999), se acondicionó el suelo por la tecnología del laboreo mínimo, donde se intercalaron los implementos de discos y rejas en el proceso de preparación, se suprimieron las gradas y se observó entre labores el tiempo recomendado para favorecer la germinación de los arroces rojos presentes en el suelo y su posterior eliminación.

Las variantes estudiadas fueron las siguientes:

- arroz-soya-inundación prolongada-fangueo-arroz
- arroz-soya-fangueo-fangueo-fangueo-arroz
- arroz-barbecho-laboreo en seco-riego-quema con herbicida-arroz (testigo)
- arroz-barbecho-fangueo (control).

Después del cultivo y la cosecha de la soya, común para las nuevas variantes tecnológicas (uno y dos), se aplicaron las actividades previstas en el proceso de preparación del suelo para la siembra del arroz.

En la primera variante: fangueo continuo, se le introdujo la modificación de inundar el campo por espacio de 30 días con lámina de agua mayor de 20 cm, se drenaron las parcelas, se esperó germinación, se inundó nuevamente y se procedió al fangueo (batir el suelo), hasta que quedó listo para la siembra, donde el 100 % de la vegetación quedó bajo agua y lodo. La siembra de arroz se realizó con semilla pregerminada y a partir de este momento se continuó según el Instructivo técnico del cultivo del arroz (6).

En la segunda variante: fangueo con proceso, se regó para provocar germinación, cuando la vegetación alcanzó el estado de tres a cuatro hojas, se inundó y comenzó el fangueo con proceso, consistente en batir el suelo y drenar 36 horas después para provocar germinación, inundar y volver a batir el suelo, repitiendo las operaciones en tres oportunidades.

Entre uno y otro fangueo mediaron 15 días; el tercero fue continuo hasta dejar el suelo listo para la siembra, incluida la labor de alisamiento. Se sembró el arroz con semilla pregerminada.

De las otras dos variantes (tres y cuatro), se tomó como testigo la práctica productiva de controlar el arroz rojo por la desinfección química del suelo con el empleo de herbicida total (Glifosate 4 l.ha⁻¹); el laboreo del suelo fue en seco hasta quedar listo para la siembra. Una vez que se alcanzó ese estado, se inundó y drenó para provocar germinación; cuando la vegetación logró el estado de cuatro hojas, se quemó con el herbicida total, se inundó nuevamente y se sembró en aguas claras arroz con la semilla pregerminada.

La variante control consistió en no incidir sobre el arroz rojo por ninguna vía, salvo las que provoca el proceso de preparación del suelo, que se realizó por la tecnología de fangueo sin modificaciones a lo que indica el Instructivo técnico del cultivo del arroz (6).

Se realizaron las siguientes evaluaciones y determinaciones:

- presencia de semillas de arroz rojo en el suelo
 - ↳ antes de la primera labor de preparación
 - ↳ antes del cruce
 - ↳ después del mullido
 - ↳ después de la cosecha de soya
 - ↳ después del fangueo o la quema
 - ↳ antes de la siembra del arroz
- intensidad de las mezclas y porcentaje de cubrimiento antes y después de la aplicación de las tecnologías
- rendimiento agrícola del arroz antes y después de las tecnologías
- valoración económica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al inicio, provocado por la alta infestación de plantas de arroz rojo presentes en las últimas siembras, la cantidad de semillas de esta planta fue en extremo grande, equivalente a más de tres veces la cantidad de semilla que se siembra del arroz comercial (Tabla I).

La rotación con el cultivo de la soya y todo el proceso tecnológico que se siguió antes, durante y después hasta completar el ciclo de la tecnología, implicó exponer las semillas en condiciones para la germinación en ocho oportunidades para la variante uno y en 10 para la variante dos. Como a esas plantas no se les permitió la reproducción, el banco de semillas en el suelo se fue agotando hasta los niveles que se muestran en la propia tabla.

Sin emplear productos agrotóxicos (herbicidas), las nuevas variantes ecológicas disminuyen significativamente las reservas de semillas del arroz rojo presentes en el suelo en la etapa más propicia, o sea, cuando no han incidido sobre el cultivo y cuando estas solo representan un peligro potencial. Con las nuevas tecnologías se logró promover y poner en condiciones de germinación a la mayoría de las simientes presentes en el perfil del suelo.

En la variante testigo, donde solo en cuatro oportunidades se expusieron a las semillas del arroz rojo a las condiciones para la germinación, estas no se agotaron en los niveles que se logran con las nuevas variantes agroecológicas, lo que demuestra que el proceso de preparación de suelo en seco, como tecnología que se emplea en todas las arroceras, aunque ejerce efectos depresivos en las reservas de semilla del arroz rojo, no lo hace en la cuantía requerida y solo después del herbicida total (quema) es que se aprecian efectos marcadamente notables.

En el control donde solo se incide sobre las reservas de semilla en una oportunidad, el número de estas se mantiene en extremo alto para cuando se siembra nuevamente el arroz; esta tecnología por los resultados que expone no ejerce control eficiente del arroz rojo.

La semilla de arroz rojo es fotoblástica (10) y si no se le proporcionan las condiciones óptimas de temperatura, oxígeno y luz, no inicia el proceso de germinación y puede permanecer soterrada por largos períodos sin perder el poder germinativo (11).

En el proceso de aplicación de las nuevas tecnologías, se le proporcionó al banco de semillas las condiciones adecuadas para iniciar el proceso de la germinación y como las labores se sucedieron con el tiempo suficiente, las plantas solo alcanzarán las primeras etapas del desarrollo vegetativo, lo que permitió agotar las reservas creadas en el suelo.

La presencia de arroz rojo en las arroceras, es fruto del mal manejo de los suelos, del monocultivo del arroz y de no seguir metódicamente las indicaciones para su erradicación (12).

Después de practicadas las tecnologías, donde el banco de semillas del arroz rojo en el suelo fue prácticamente agotado, la incidencia de las plantas del arroz rojo en la siembra de arroz comercial bajó significativamente y en proporción a las reservas de semilla analizada anteriormente (Tabla II).

La presencia de las plantas de arroz rojo en el arroz cultivado aún después de aplicadas las tecnologías, demuestra lo difícil que resulta el control de esta especie vegetal cuando invade los campos arroceros, lo que implica tomar medidas eficaces que incluyan sembrar solo semilla que haya sido certificada, practicar las seleccio-

Tabla I. Evolución de la presencia de semillas de arroz rojo en el suelo (m²)

Variante Tecnológica	Momentos de la evaluación					
	Antes de la rotura	Después del cruce	Después del mullido	Después de la soya	Después del fanguero o la quema	Antes del arroz
Arroz-soya-inundación-fanguero-arroz	940a	360b	120c	1.3d	0.11d	0.11d
Arroz-soya-fanguero-fanguero-fanguero-arroz	960a	340b	140c	1.2d	0.60d	0.06e
Arroz-quema-arroz	980 a	930a	950a	940a	320b	2.3d
arroz-barbecho-fanguero	950a	960a	950a	960a	660a	350b
EEx				7.82***		
CV %				3.25		

Medias de tratamientos con letras en común no difieren significativamente $P \leq 0.05$ según prueba de Rangos Múltiples de Duncan

Tabla II. Comportamiento de las mezclas después de haber aplicado las variantes tecnológicas (m²)

Variante tecnológica	Cantidad de mezclas y categoría		Cubrimiento (%)	
	Antes de las tecnologías	Después de las tecnologías	Antes de las tecnologías	Después de las tecnologías
Arroz-soya-inundación-fanguero-arroz	+ 100	0.04	48	0.06
	mezcla intensa	mezcla ligera		
Arroz-soya-fanguero-fanguero-fanguero-arroz	+ 100	0.02	55	0.01
	mezcla intensa	mezcla ligera		
Arroz-quema-arroz	+100	3.4	46	2.2
	mezcla intensa	mezcla media		
Arroz-barbecho-fanguero	+ 100	+10 ⁶	44	53
	mezcla intensa	mezcla intensa		

nes negativas oportunamente, no pastorear el ganado vacuno en los restos de cosecha del arroz para evitar que este lo disemine, efectuar el riego localizado por campos, la limpieza de la maquinaria agrícola al transitar de un campo a otro y especializar a los obreros en el manejo de esta especie vegetal.

La alternativa agroecológica de rotar los cultivos, que implica el laboreo del suelo en seco, la siembra y atenciones culturales al cultivo rotante, la preparación del suelo introduciéndole variantes para destruir la semilla y el manejo del agua conducen a un control casi total de los arroses rojos presentes, llevando las mezclas de intensa a ligera y a niveles donde esta puede extraerse por selección negativa. Muchos autores coinciden en plantear que a medida que se mantenga la condición de estrés por exceso tendrá un efecto negativo sobre la germinación del arroz (13, 14, 15).

La desinfección química (quema) también atenúa la presencia del arroz rojo, pero no destruye las semillas que están en la profundidad del perfil, lo que constituye un importante reservorio para las futuras siembras.

La rotación de cultivos más la aplicación de herbicidas es una de las mejores prácticas para el control de arroz rojo (4).

El rendimiento agrícola obtenido, antes y después de aplicar las variantes tecnológicas, indica el efecto negativo de estas en el desarrollo del cultivo comercial, en las parcelas donde el arroz rojo fue prácticamente eliminado y no ejerció presión sobre el arroz cultivado; los rendimientos se elevaron en más de 3.8 t.ha⁻¹. En el testigo después de aplicada la tecnología de desinfección, el arroz rojo sigue ejerciendo cierta presión sobre el arroz cultivado y como el suelo no recibió los beneficios de la rotación, los rendimientos se incrementaron en 2.4 t.ha⁻¹ (Tabla III), pero es de significar que aunque el rendimiento se logra incrementar porque en esa siembra se bajó la presión de la población del arroz rojo, ello no quiere decir que se haya eliminado el peligro que subyace en el suelo, por lo que estará presente para las futuras siembras.

Tabla III. Efecto de las tecnologías en el rendimiento agrícola del arroz

Variante tecnológica	Rendimiento agrícola (t.ha ⁻¹)	
	Antes de las tecnologías	Después de las tecnologías
Arroz-soya-inundación-fangueo-arroz	1.3 b	5.2 a
Arroz-soya-fangueo-fangueo-fangueo-arroz	1.6 b	5.4 a
Arroz-quema-arroz	1.5b	3.9a
Arroz-barbecho-fangueo	1.4 b	1.3 b
EE x	1.04 ^{xxx}	

Medias de tratamientos con letras en común no difieren significativamente

En las siembras donde el arroz rojo estuvo presente con mezcla intensa (control), los rendimientos resultaron en extremo bajos, ocasionado por la interferencia que ejerce esta especie vegetal sobre las plantas del arroz cultivado. En la práctica productiva, estos rendimientos

suelen ser despreciables, porque los niveles de gastos en que se incurren no son equiparados con los rendimientos que se obtienen (16).

La rotación del arroz con sorgo, soya o *Crotalaria* para su incorporación al suelo, tiene un marcado efecto sobre la población de arroz rojo y desde luego el aumento de los rendimientos del arroz comercial (17).

La aplicación de las nuevas variantes agroecológicas de control, que incluyeron entre otras la rotación de cultivos, condujo al mejoramiento del suelo y a la eliminación de la interferencia del arroz rojo en el cultivo comercial. Los dos efectos unidos: el beneficio del suelo por la rotación con soya y la eliminación del arroz rojo, condujeron a aumentos significativos del rendimiento donde se obtuvieron más de 1 500 pesos de ganancia en cada hectárea cultivada y el efecto económico fue de más de 1 000 pesos.ha⁻¹. Los gastos de las nuevas variantes se compensaron por el incremento en el rendimiento del arroz y por la venta de la producción de soya.

En el testigo, los márgenes de ganancia son menores por los bajos rendimientos que se obtienen y los gastos en que se incurren fundamentalmente en el uso del herbicida.

En la variante control, el arroz comercial en presencia de alta infestación no produjo ganancias positivas, debido a los bajos rendimientos obtenidos, lo que se justifica por la fuerte competencia que ejerce el arroz rojo sobre las plantas objeto de cultivo.

REFERENCIAS

1. Labrada, R. El arroz rojo-maleza y contaminante del cultivo del arroz. En: Taller Global de Control de Arroz Rojo (1999:Varadero), Roma:FAO, 1999.
2. Sarría, M. Evaluación de la maleza arroz rojo *Oryza sativa* L. en las principales zonas arroceras de Nicaragua. En: Taller Global de Control de Arroz Rojo (1999:Varadero), Roma:FAO, 1999.
3. Ortiz, A. Situación del arroz en Venezuela. En: Taller Global de Control de Arroz Rojo (1999:Varadero), Roma:FAO, 1999.
4. Torres, G. El arroz rojo en México. En: Taller Global de Control de Arroz Rojo (1999:Varadero), Roma:FAO, 1999.
5. García, J. y Rivero, R. El arroz rojo. Estudios y perspectivas de su manejo en la producción arroceras cubana. En: Taller Global de Control de Arroz Rojo (1999:Varadero), Roma:FAO, 1999.
6. Cuba. MINAGRI. Instructivo técnico del cultivo del arroz. La Habana. Minagri, 2000, 97 p.
7. Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana : Agrinfor, 1999. 64 p.
8. Estación Meteorológica de Paso Real de San Diego. Boletín Resumen, 1999 y 2000 p. 8.
9. Meneses, R. /et al./ Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Sancti Spiritus:Instituto de Investigaciones del Arroz. Estación Experimental del Arroz "Sur del Jíbaro", 1995. 17 p.

10. Montealegre, F. A y Vagas, J. P. Efecto de algunas prácticas culturales sobre la población de arroz rojo y los rendimientos del arroz comercial. Federación Nacional de Arroceros. *Revista Arroz*, 1989, vol. 38. p. 19-24.
11. Díaz, G. S. /et. al/. Tecnología integral para el control del arroz rojo. Informe final de proyecto territorial. Delegación Territorial del CITMA. Pinar del Río. 2001 p. 48.
12. Rodríguez, G. El arroz rojo en Colombia. En: Taller Global de Control de Arroz Rojo (1999:Varadero), Roma:FAO, 1999.
13. Nuldin, M. Controlede arroz vermelho no sistema semeadura em sulo inundado. *Lavoura Arrozeira*, 1998, vol. 41, no. 377, p. 312.
14. Vielisco, M. El manejo del agua para áreas mezcladas. *Obras Gidrotécnicas na rica*, 1999, vol. 2, no. 2, p. 45.
15. Nastasi, P.; SNT, R. J. Red rice (*Oryza sativa* L.). Controlling soybeans (*Glyxine max*L). *Weed Technology*, vol. 3, no.7, p. 389-392.
16. Noldin, J. Red rice infestation and management in Brazil. En: Taller Global de Control de Arroz Rojo (1999:Varadero), Roma:FAO, 1999.
17. Pijeira, L. La fertilización y nutrición de la soja, alternativas para la producción de grano o forraje. La Habana: INCA, 1992. 38 p.

Recibido: 4 de abril del 2002

Aceptado: 4 de febrero del 2003

MAESTRÍAS

Precio: 5 000 USD

- **Mejoramiento genético de las plantas**
Coordinador: Dra.C. María E. González Hernández
- **Nutrición de plantas y biofertilizantes**
Coordinador: Dr.C. Ramón Rivera Espinosa

Duración: 2 años

Fecha de comienzo: febrero/2002

SOLICITAR INFORMACIÓN

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación, Servicios Informativos y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. CP 32700
Telef: (53) (64) 6-3773
Fax: (53) (64) 6-3867
E.mail: posgrado@inca.edu.cu