

PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS PARA DISMINUIR LAS AFECTACIONES DEL ARROZ ROJO. ROTACIÓN CON GIRASOL (*Heliantus annus* L) Y LABOREO DEL SUELO

G. S. Díaz✉, R. Polón y Ana M. Jaime

ABSTRACT. In “Los Palacios” Rice Research Station from the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), within 1999-2001 period, the present work was developed under a Randomized Block design with four repetitions, where two new agroecological practices as an alternative solution were proved to chemically control red rice. The annual rice-sunflower rotation was common to both practices; after sunflower cultivation, the soil was subjected to a different management to diminish red rice seed reserves. One treatment was dry farming encouraging germination and removing plants. The other one was flooding soil for 30 days, encouraging germination and preparing the soil by the continuous mud technology. Results were compared with the soil management given to productive practice, consisting of: chemical disinfection and preparation without controlling red rice. The rice-sunflower rotation and dry soil farming eliminated more than 98 % of the mixture and increased commercial rice yield from 1.1 to 5.1 t.ha⁻¹. Profits surpassed 1 200.00 pesos.ha⁻¹.

Key words: rice, weeds, pest control, crop rotation, crop management, alternative agriculture

RESUMEN. En la Estación Experimental del Arroz Los Palacios del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), en el período 1999-2001, se desarrolló el presente trabajo bajo diseño experimental de Bloques al Azar con cuatro repeticiones, donde se probaron dos nuevas prácticas agroecológicas como solución alternativa al control químico del arroz rojo. La rotación anual arroz-girasol fue común a ambas prácticas; después del cultivo del girasol, el suelo se sometió a diferentes manejos para disminuir las reservas de semillas del arroz rojo presentes. En una de las variantes el laboreo se realizó en seco, se provocaron germinaciones y se eliminaron las plantas. En la otra se inundó el suelo por 30 días, se provocó la germinación y se preparó el suelo por la tecnología de fanguero continuo. Los resultados se compararon con el manejo del suelo dado en la práctica productiva, consistente en: desinfección química y preparación sin efectuar control del arroz rojo. La rotación arroz-girasol y el laboreo del suelo en seco eliminaron más del 98 % de la mezcla e incrementaron el rendimiento del arroz comercial de 1.1 a 5.1 t.ha⁻¹. La ganancia obtenida superó los 1 200.00 pesos.ha⁻¹.

Palabras clave: arroz, malezas, control de plagas, rotación de cultivos, manejo del cultivo, agricultura alternativa

INTRODUCCIÓN

La producción de arroz se afecta por la presencia del arroz rojo como planta invasora; es maleza en las áreas arroceras de Arkansas y Louisiana en EE.UU. y en toda América Latina es una de las causas de los bajos rendimientos y de la pérdida de las cosechas del arroz comercial (1, 2, 3, 4). Cuba no está exenta del problema y se registran importantes pérdidas en todos los sectores productivos (5), en especial las formas estatales de producción.

El arroz rojo pertenece a la misma especie y género que el arroz cultivado, por regla general es más precoz que las variedades que se cultivan comercialmente, tiene alto ahijamiento por planta, es más alto que el arroz, tiene también como característica predominante ser sus-

ceptible al desgrane y al volcamiento; de estas características las dos últimas resultan las más dañinas: la primera, porque con facilidad los campos se infectan con su semilla y la segunda, porque al caerse, lo hace sobre el arroz comercial, ocasionando pérdidas entre el 60 y el 100 % de la producción.

En Cuba, el principal método de control del arroz rojo se basa en la desinfección química de los campos (6) y pese a los enormes gastos en dinero y materiales, más los daños ecológicos que se producen por la aplicación de los agrotóxicos, esa planta sigue aumentando su presencia; atendiendo a ello se desarrolló el presente trabajo, con el objetivo de buscar soluciones agroecológicas alternativas para el control químico del arroz rojo, de fácil adopción por todas las formas de la práctica productiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante tres años en el período 1999-2001 en la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular

G. S. Díaz, Investigador Agregado y Dr.C. R. Polón, Investigador Auxiliar de la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba; Ana M. Jaime, Profesor Adjunto, Coordinadora Comunicación Social, Universidad Pinar del Río.

✉ nani@inca.edu.cu

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 1 134 mm y humedad relativa media de 81.5 % (8).

El girasol como cultivo rotante se sembró en el período de noviembre-febrero y el arroz en el período de marzo-julio.

Se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar con cuatro tratamientos (dos nuevas variantes tecnológicas, un testigo y un control) y cuatro repeticiones. Los datos obtenidos se sometieron al análisis factorial de dos factores (momentos x tratamientos).

El sitio experimental seleccionado se categorizaba como mezcla intensa (9), al determinarse más de 10^6 plantas de arroz rojo por hectárea. La primera siembra de arroz se realizó en estas condiciones en todas las variantes, sin atacar al arroz rojo por ningún procedimiento.

Para la siembra del girasol, el suelo se roturó hasta los 23 cm de profundidad con arado de disco, el resto de las labores con tiller y la siembra se realizó sobre el lomo del surco; en el transcurso del cultivo se dieron dos escardes mecánicos para eliminar malezas.

Una vez cosechado el girasol (Variante 1) se roturó el suelo y se llevó a listo para la siembra; esta operación se repitió en tres oportunidades y entre labores se dio el tiempo suficiente para la germinación. Después de este proceso se procedió a sembrar el arroz, según las indicaciones del Instructivo técnico del cultivo del arroz (6).

En la segunda variante tecnológica, después del girasol, se inundó el suelo durante 30 días, se drenó para provocar germinación y se volvió a inundar para la preparación por el método de fanguero directo, se sembró el arroz pregerminado y el resto de las labores según las indicaciones técnicas ya señaladas.

Se tomó como testigo la práctica productiva de la desinfección química, consistente en acondicionar el suelo en seco y una vez listo para la siembra se inunda y drena para provocar germinación, y cuando las plantas alcanzan el estado de cuatro hojas se quema con herbicida total (Glifosate a 4 L.ha⁻¹).

La variante control consistió en sembrar en suelo con mezcla intensa y no incidir sobre el arroz rojo por ninguna vía, salvo aquella que provoca el proceso de adecuación para la siembra por la tecnología de preparación en seco.

Se realizaron las siguientes evaluaciones y determinaciones:

- ★ presencia de semilla de arroz rojo en el suelo en diferentes momentos de las tecnologías:
 - ⇒ antes de la primera labor de roturación
 - ⇒ antes del cruce
 - ⇒ después del mullido
 - ⇒ después de la cosecha del girasol
 - ⇒ antes de la última labor de preparación para la siembra
 - ⇒ al momento de la siembra de arroz
- ★ intensidad de las mezclas y el porcentaje de cubrimiento antes y después de aplicadas las tecnologías
- ★ rendimiento agrícola del arroz antes y después de las tecnologías
- ★ valoración económica: se determinó la ganancia y el efecto económico [$E=(Vn-Cn-Vb-Cb)$] de las nuevas tecnologías

Donde:

E = efecto económico en pesos.ha⁻¹

Vn = valor de producción de la nueva variante

Cn = costo de producción de la nueva variante

Vb = valor de producción de la variante base

Cb = costo de producción de la variante base

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al inicio del trabajo, la presencia de semillas viables del arroz rojo en el suelo fue extremadamente alta y equivalía a cuatro veces la cantidad del arroz comercial que se deposita al momento de la siembra con una norma de 125 kg.ha⁻¹ (Tabla I); con esa cantidad de arroz rojo en el suelo, las parcelas clasificaron como de mezcla intensa, debido a que por cualquiera de las vías que se siembre arroz en ellas, aparecerán más de 10^6 plantas.ha⁻¹ del arroz rojo, lo que impide la obtención de resultados satisfactorios.

Tabla I. Evaluación de la presencia de semillas de arroz rojo en el suelo

Variantes tecnológicas	Antes de la rotura	Después del cruce	Después del mullido	Momentos		
				Después del girasol	Después de la preparación de suelo o la quema	Al momento de la siembra
Arroz-girasol-tres laboreos en suelo seco-arroz	997 a	245 d	103 l	10 f	0.015 g	0.015 g
Arroz-girasol-inundación-fanguero	973 a	264 d	120 l	12 f	2 e	2 f
Arroz-barbecho-preparación por la tecnología seco desinfección	980 a	930 a	950 a	940 a	320 c	8 f
Arroz-barbecho-preparación por la tecnología en seco-arroz	981 a	975 a	970 a	957 a	550 b	275 d
Es X				15.45***		

Medias de variantes tecnológicas con iguales letras no difieren significativamente $P<0.05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan

La rotación con girasol y demás actividades complementarias permitió que antes, durante y después de ese cultivo, la semilla presente en el suelo se expusiera en 16 oportunidades a condiciones adecuadas para la germinación (Variante 1); a las plantas germinadas no se les permitió cumplimentar su ciclo de vida, lo que motivó que al final del estudio, resultaba difícil detectar la presencia de esas semillas en el suelo (Tabla I).

Algo similar ocurrió en la segunda variante tecnológica hasta el momento después del girasol, al seguirse después otro procedimiento, la disminución del número de semillas de arroz rojo en el suelo es significativamente inferior al que produce el laboreo del suelo en seco. En esta variante de inundar el suelo después de la cosecha, las semillas se expusieron a la germinación en ocho oportunidades.

Sin emplear productos agrotóxicos, las variantes tecnológicas empleadas disminuyen significativamente la reserva de semilla que se crea en el suelo, resultando más eficiente en ese sentido la variante arroz-girasol y laboreo del suelo en seco, que logra disminuir de 997 semillas por cada metro cuadrado a una semilla por cada 6.6 m².

En la variante testigo (arroz-barbecho-quema), las semillas del arroz rojo presentes en el suelo solo se exponen a la germinación en cinco oportunidades, lo que denota que ese procedimiento tecnológico, aunque disminuye significativamente la reserva en el suelo, no logra el eficiente control de ellas, las que serán fuentes de nuevas reinfestaciones en las próximas siembras por ser una semilla que en largos períodos no pierde la variabilidad y solo en presencia de condiciones adecuadas de luz, temperatura y humedad, inicia el proceso germinativo (10). Dada la agresividad de esta planta, se debe destacar que la presencia del arroz rojo en las arroceras (11) es fruto del mal manejo de estas, esencialmente por indisciplinas tecnológicas que incluyen utilizar semilla de mala calidad, no limpieza de los equipos agrícolas y la explotación del suelo en monocultivo entre otras, las que resultan fuentes de contaminación de esta indeseable planta invasora.

Después de la aplicación de las tecnologías, la presencia de plantas de arroz rojo en el arroz cultivado bajó sensiblemente (Tabla II); de mezcla intensa se pasó a la categoría de campo limpio en la variante arroz-girasol-laboreo del suelo en seco y a mezcla ligera en la variante arroz-girasol-inundación. Este resultado está condicionado

a que producto del laboreo, las reservas de semilla del arroz rojo se agotaron y una vez se siembre nuevamente, no existe la potencialidad para la reinfestación.

El testigo (arroz-barbecho-seco desinfección) también logra bajar de la categoría inicial de mezcla intensa a mezcla media; en la práctica no es posible eliminar tantas plantas por selecciones negativas. Este comportamiento se debió a que con el producto herbicida, solo se eliminaron las plantas que resultaron de la germinación de las semillas que se encontraban en la superficie, permaneciendo viables en el suelo aquellas que no encontraron en ese momento las condiciones para germinar y lo hicieron después con la nueva siembra de arroz.

El control (arroz-barbecho-preparación en seco) incrementó la presencia del arroz rojo; del 47 % de cubrimiento inicial, se encontró que pasó a cubrir el 56 % del área cultivada.

La desinfección de los campos mediante la rotación y el laboreo en seco, o el manejo del agua mediante la inundación prolongada para luego laborar el suelo en húmedo, resulta eficaz (12) y coincide con los que plantean que el estrés por exceso tiene efecto negativo sobre la germinación (13, 14, 15).

Se pudo constatar en este trabajo (datos no mostrados), que el agua destruye las semillas que se encuentran más superficiales, el resto permanece viable.

En los campos infestados por el arroz rojo, la producción es prácticamente nula (Tabla III); antes de la aplicación de las tecnologías, el rendimiento resultó desechable por el bajo nivel alcanzado y la alta contaminación de la cosecha. Posterior a la aplicación de las tecnologías y condicionado por diferentes factores, el rendimiento se incrementó significativamente en todas las variantes donde se practicó alguna acción de control, siendo mayor en aquellas donde se practicó la rotación de cultivos.

Los factores que condicionan el aumento del rendimiento están relacionados con los beneficios que recibe el suelo con la rotación de cultivos, ya que se baja la presión del arroz rojo sobre el arroz cultivado (16).

La rotación con sorgo, soya o crotalaria para su incorporación al suelo (17) tiene marcado efecto en el control del arroz rojo y en el aumento de los rendimientos del arroz comercial, lo que está condicionado por los beneficios que estas prácticas agrícolas aportan al suelo (18, 19, 20).

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

Variantes tecnológicas	Cantidad de mezclas y categorías		Porcentaje de cubrimiento	
	Antes de las tecnologías	Después de las tecnologías	Antes de las tecnologías	Después de las tecnologías
Arroz-girasol-tres laboreos en suelo seco-Arroz	+100 intensa	0.003 limpio	56	0
Arroz-girasol-inundación-fanguero	+100 intensa	0.2 3 ligera	51	0.03
Arroz-barbecho-preparación por la tecnología seco desinfección	+100 intensa	3.4 media	49	3.5
Arroz-barbecho-preparación por la tecnología en seco-arroz	+100 intensa	+100 intensa	47	58

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

Variantes tecnológicas	Rendimiento agrícola (t.ha ⁻¹)	
	Antes de las tecnologías	Después de las tecnologías
Arroz-girasol-tres laboreos en suelo seco-arroz	1.1 c	5.1 a
Arroz-girasol-inundación-fanguero	0.83 c	4.9 a
Arroz-barbecho-preparación por la tecnología seco desinfección	1.16 c	3.2 b
Arroz-barbecho-preparación por la tecnología en seco-arroz	0.71 cd	0.4 d
Es X	0.31	

Medias de variantes tecnológicas con iguales letras no difieren significativamente $P < 0.05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan

La producción suplementaria de girasol y el aumento del rendimiento del arroz condujo en las nuevas variantes tecnológicas a la obtención de ganancias superiores a los 1 350 pesos por hectárea cultivada, con efecto económico positivo de 849.00 pesos para la Variante 1 (arroz-girasol-laboreo del suelo en seco) y de 736.00 pesos.ha⁻¹ para la Variante 2 (arroz-girasol-inundación-fanguero). En el testigo (arroz-barbecho-quema), también se obtuvo márgenes de ganancia positivos pero resultaron inferiores, lo que está condicionado al bajo rendimiento y al hecho de no lograrse producciones complementarias.

CONCLUSIONES

- ❖ La rotación arroz-girasol y el laboreo del suelo permitieron disminuir más del 98 % la presencia del arroz rojo.
- ❖ La eliminación del arroz rojo como planta invasora y los beneficios colaterales de la rotación de cultivo incrementan el rendimiento del arroz de 1.1 a 5.1 t.ha⁻¹.
- ❖ La nueva tecnología (arroz-girasol-laboreo del suelo en seco) permitió superar los 1200.00 pesos.ha⁻¹, con efecto económico positivo.

RECOMENDACIONES

- * Llevar los resultados obtenidos a la práctica productiva, comenzando por las formas estatales de producción y hacerlo extensivo al sector de la popularización de forma progresiva.

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 del Arroz Rojo (1999: Varadero); Roma: FAO, 1999.

3. Ortiz, S. Situación del arroz en Venezuela. En: Taller Global de Control del Arroz Rojo (1999: Varadero), Roma: FAO, 1999.
4. Torres, G. El arroz rojo en México. En: Taller Global de Control del Arroz Rojo (1999: Varadero), Roma: FAO, 1999.
5. García, J. y Rivero, R. El arroz rojo. Estudio y perspectivas de su manejo en la producción arroceras cubana. En: Taller Global de Control del 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 Clasificación Genética de los suelos de Cuba, La Habana: Agroinform, 1999. 64 p.
8. Estación Meteorológica de Paso Real de San Diego. Boletín Resumen 1999 y 2000.
9. Meneses, R. /et al./ Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Sancti Spiritus; Institutos de Investigaciones del Arroz. Estación Experimental del Arroz "Sur del Jíbaro", 1995, p. 17.
10. Ortiz, A. Efecto de la interferencia de la población de arroz rojo negro arizado sobre el rendimiento y sus componentes en las variedades ZETA-15 y FONAIAT-2000 en el estado Cojedes. En: Memorias Encuentro Internacional del Arroz (2:2002:La Habana), p. 214.
11. Ramírez, H.; Meneses, R y Oliveira, J. C. Control temprano de la maleza e inicio de irrigación en el cultivo del arroz. En: Memorias Encuentro Internacional del Arroz (2:2002:La Habana), p. 215.
12. Polón, R. /et al./ Alternativas en el riego para el control del arroz rojo (*Oryza sativa* L.) En: Memorias Encuentro Internacional del Arroz (2:2002:La Habana), p. 211.
13. Nuldín, M. Controle de arroz vermelho no sistema semeadura em solo inundado. *Lavoura Arrozeira*, 1998, vol. 41, no. 377, p. 312.
14. Vielisco, M. El manejo del agua para áreas mezcladas. *Obras Hidrotecnicas Narica*, 1999, vol. 2, no. 2, p. 45.
15. Nostasi, P.; SNT, R. J. Red rice (*Oryza sativa* L.) controlling soybeans (*Glyxine max* L.). *Weed Technology*, 2000, vol. 3, no. 7, p. 388-392.
16. Navarro, N. Degradación de los suelos provocados por el monocultivo en la granja arroceras Caribe. *Agricultura Orgánica*, 1999, vol. 4, no. 1, p. 16-17.
17. Pijeira, L. La fertilización y nutrición de la soya, alternativa para la producción de grano o forraje. La Habana INCA, 1992. 38 p.
18. Satur, A. Redistribución del suelo por la práctica del laboreo. *Edafología*, 2000, vol. 7, no. 2, p. 75-90. Consultado: (septiembre 2003). Disponible en: <http://www.erosim.com>.
19. Cabello, R. La *Sesbania rostrata* como abono verde. Informe final de tema de investigación. La Habana : Instituto de Investigaciones del Arroz, 1998, p. 46.
20. Bravont, T. Cambios del sistema de propiedades físico-químicas de un suelo Entisol sembrado continuamente con arroz bajo riego. *Revista Arroz*, 1992, vol. 45, no. 405, p. 6-10.

Recibido: 19 de octubre de 2004

Aceptado: 20 de diciembre de 2005