

LA RESISTENCIA GENÉTICA DE LAS VARIEDADES COMO ELEMENTO BÁSICO EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN EL CULTIVO DEL ARROZ

R. Alfonso¹, E. Suárez¹, A. Hernández², R. Pérez³, J. Ávila², A. Ginarte¹, J. L. Hernández¹, P. Orellana⁴

¹ Instituto de Investigaciones del Arroz

² Estación Territorial Jucarito. Vado del Yeso, Río Cauto, Granma.

³ Estación Territorial Sur del Jibaro. La Sierpe, Sancti Spiritus.

⁴ IBP Villa Clara. Universidad Central de Las Villas.

RESUMEN

El empleo de fuentes genéticas de resistencia en los programas de mejoramiento ha permitido una mayor seguridad en la producción. Con el presente trabajo se brinda información de cómo, a partir de variedades resistentes al insecto *Tagosodes orizicolus*, ha sido posible establecer el manejo integrado de plagas en el cultivo del arroz, reduciendo sustancialmente la contaminación ambiental. El mismo está compuesto por un resumen analítico de la resistencia genética a partir del programa de mejoramiento, estructura varietal y su composición respecto a la resistencia al insecto, así como las respectivas aplicaciones de productos químicos para el control. Para garantizar la base genética necesaria se crea en 1974 el Banco Nacional de Germoplasma, y en 1975 se inicia un sostenido programa de mejoramiento para resistencia genética, a partir de la identificación de variedades resistentes evaluadas desde 1973, lo que ha posibilitado que en la actualidad las ocho variedades que componen el esquema productivo del país sean resistentes al insecto e igualmente las 16 restantes obtenidas por el programa, permitiendo de esta forma implantar el manejo integrado de plagas en el cultivo, al favorecer el desarrollo de enemigos naturales, por lo que de 10 a 12 aplicaciones de insecticidas por año se han podido disminuir a 2,5 como promedio, y que en los últimos catorce años no se aplique ningún producto contra este insecto en la producción arrocería nacional, dejándose de aplicar sólo para *Tagosodes* 200 toneladas de insecticida por año.

Palabras claves: arroz, fuentes de resistencia, *Tagosodes orizicolus*, manejo integrado de plagas

ABSTRACT

The use of genetic source of resistance in breeding program has allowed a major production security. With this paper we mean to give more information about the use of *Tagosodes orizicolus* insect resistance varieties, in the integrated pest management (IPM) and the reduction of the environment contamination. This work is conformed by a genetic resistance analytical summary, taking into account the breeding program, varieties composition in the field production based on their resistance to the insect as well as the chemical product applied to control it. In 1974 the Germplasm National Bank was created to guarantee the necessary genetic bases. In 1975 a genetic resistance breeding program was initiated taking into consideration those resistant varieties that had been studied since 1973 which have had possible that the current 8 varieties that form the productive diagram in our country were resistant to the insect as well as the other 16 varieties obtained through this program, it allowed the integrated pest management favoring the development of natural enemies. That's why from 10 to 12 time of insecticide applying per year it could be reduced to 2.5 time as average since the 14 year ago to 1999 in the Cuba national rice production none product against this insect has been applied, having saved about 200 tons of insecticide products per year.

Key words: genetic source resistant, integrated pest management, rice, *Tagosodes orizicolus*

INTRODUCCIÓN

El arroz cultivado en los países tropicales está expuesto permanentemente al ataque de diferentes plagas, las que se incrementaron a partir del empleo de las variedades índicas semienanas altamente exigentes en nitrógeno, que propician el medio ideal para la incidencia de estas, a lo que se agregan las altas densidades de siembra y alto porcentaje de una misma variedad, que traen consigo un mayor riesgo para la producción.

En el país se produjeron fuertes afectaciones por *Tagosodes* y hoja blanca en los años 1972-73, a causa del empleo en la producción de variedades susceptibles al

daño mecánico y al virus transmitido por el insecto [Grupo Nacional de Arroz, 1972].

Antes de 1962, según lo reportado por Jennings *et al.* (1981) los científicos consideraban poco probable la resistencia genética a insectos en el arroz; sin embargo, pronto fue demostrada su efectividad, además de que constituye el centro o base del manejo integrado de plagas [Heinrichs, 1978]. Los propios autores destacan que el insecto *Tagosodes orizicolus*, conocido como *Sogatodes orizicola*, se encuentra sólo en las Américas, donde el daño mecánico causa grandes pérdidas.

Según Gavida (1970), el único método eficaz para el control de *Tagosodes* y hoja blanca es el empleo de variedades resistentes; a ello agregan Galvis *et al.* (1985) que es el más eficiente y económico, considerando que la resistencia genética es responsable de hasta un 40% del incremento en los rendimientos de las variedades modernas [IRRI, 1976].

En otros estudios, Reyes (1985) reporta que el manejo integrado de plagas es lo más efectivo y económico; sin embargo, no siempre el agricultor está preparado, y recurre a los insecticidas, que afecta los enemigos naturales, lo que incrementa la contaminación ambiental y la insectoresistencia.

La introducción de resistencia genética al insecto en las nuevas variedades no constituye limitante alguna, pues esta es altamente heredable y puede recombinarse con todos los caracteres deseables, siendo genéticamente independiente la resistencia al insecto y al virus; no obstante, la resistencia al insecto protege las variedades susceptibles al VHB [Jennings *et al.*, 1985], lo que había sido informado por Gavida y Gálvez (1971), quienes además expresan que está dada por dos pares de genes mayores de acción complementaria, con efecto dominante, confirmado por Orellana (1981) en Cuba, al encontrar que el 76,2% de las líneas F3 provenientes de cruces simples entre variedades resistentes y susceptibles mostraron resistencia.

El incremento de variedades con genes de resistencia al insecto ha reducido en los últimos años la presencia de este en América Central y del Sur [Orellana *et al.*, 1982], debiendo tener en cuenta que la siembra a gran escala de una sola variedad puede incrementar la población del insecto e incluso derivar en un nuevo biotipo [Pathak y Khush, 1979], siendo preferible la resistencia por no preferencia que por antibiosis [Álvarez *et al.*, 1998].

No obstante lo alcanzado en la resistencia genética, dicho insecto sigue considerándose como una de las principales plagas del arroz [Borrero *et al.*, 1998], causante de importantes pérdidas en el rendimiento en América Latina y el Caribe [Reyes *et al.*, 1998], y es el empleo de variedades resistentes el principal método de control a ambos daños [Triana *et al.*, 1998].

El objetivo del presente trabajo es mostrar cómo, a partir de la resistencia varietal al insecto *Tagosodes orizicolus*, se pudo implementar el manejo integrado de plagas en el arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de lo sucedido en la producción de arroz en los años 1972-73 se traza la estrategia de forma acelerada para la obtención de variedades resistentes al insecto *Tagosodes orizicolus* y al virus de la hoja blanca en el cultivo del arroz, por lo que el presente trabajo constituye un resumen de lo acontecido en la producción de arroz a partir del programa de mejoramiento y la contribución de la resistencia genética.

Como primera medida se introduce la variedad CICA 4 en 1973 —procedente de Colombia— por su resistencia

al insecto, y el IR1529 del IRRI que, después de las pruebas, resultaron resistentes al insecto; paralelo a ello se intensifica la organización del Banco Nacional de Germoplasma en 1974 y las pruebas al insecto y al virus de todo el material existente; de igual forma se evalúa un alto número de líneas cada año proveniente de los ensayos internacionales y como fuente genética de resistencia, las cuales se confirman en el país.

La otra línea seguida es el programa de mejora genética por hibridación a partir de 1971, buscando la incorporación de genes de resistencia al insecto y, en todo lo posible, al virus, definiéndose desde 1976 que no se liberaría una variedad susceptible, lo que se ha cumplido desde 1981 con la liberación de la J104.

De 1973 a 1993 se trabajó intensamente en la empresa arrocera Fernando Echenique, en Granma, con el fin de comprobar la posibilidad de reducir las aplicaciones de insecticidas a partir del empleo de variedades resistentes y, simultáneamente, se evaluó la presencia de enemigos naturales y los niveles de *Tagosodes* semanalmente, para definir si era posible suprimirlas totalmente e iniciar de forma gradual la introducción del manejo integrado de plagas sin riesgos para la producción.

Las pruebas de resistencia al insecto se realizaron en el insectario del Instituto de Investigaciones del Arroz, empleando la metodología recomendada por Jennings y Pineda (1970) y las modificadas por Orellana y Ginate (1977).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede apreciar en la *Tabla 1*, las variedades empleadas en la producción hasta 1967 se caracterizaban por un bajo potencial de rendimiento y susceptibilidad al insecto y al virus de la hoja blanca, de las cuales aún existen pequeñas áreas de campesinos con las variedades Caña Verde, Gloria y Century Patna fundamentalmente, lo que traía consigo continuas aplicaciones de insecticidas.

Tabla 1. Variedades tradicionales

Variedades	Resistencia		
	Tagosodes	Hoja blanca	Fecha
Honduras	S	S	1967
Pati Prieto	R	R	1967
Zayas Bazán	S	S	1966
Caña Verde*	S	S	1965
Blue Bonnet	S	S	1967
Gloria*	S	S	1967
Century Patna 231*	S	S	1967

* Actualmente son sembradas por campesinos y son de bajo potencial de rendimiento de 1,5-3 t/ha

La *Tabla 2* recoge las variedades que a partir de 1967 constituyeron lo que podemos llamar el *inicio del programa arrocero*, conformado fundamentalmente por el IR 8 de alto potencial de rendimiento, pero susceptible al insecto y al virus; seguidamente son introducidas la IR 160 e IR 480-5-9-3-2 con igual comportamiento frente al insecto, a la que sigue el IR 880 C9, seleccionada en el país a partir de material introducido del IRRI y que tampoco cumplía dichos requerimientos. En 1971 y 1972, cuando hubo una alta incidencia del insecto y del virus de la hoja blanca en Sancti Spíritus, la producción arrocera se encontraba sustentada en estas cuatro variedades y con volúmenes superiores al 50% de una misma variedad (*Tabla 3*), sobresaliendo el IR 160 con 58% del área sembrada en frío y 78% de pérdida en los rendimientos, y el IR 480 en primavera con 63% del área y 86,8% de pérdida en el rendimiento, destacando que, a fin de proteger el cultivo, fueron efectuadas seis aplicaciones de insecticidas, utilizando tres productos a razón de 9,98 L/ha (*Tabla 4*), y a pesar de ello no hubo control del *Tagosodes*, lo que demostró que esta no es la vía adecuada para el control del insecto.

Tabla 2. Variedades introducidas

Variedades	Resistencia		
	Tagosodes	Hoja blanca	Fecha
IR8	S	S	1966
IR160	S	S	1967
IR480	S	S	1968
CICA 4	R*	R*	1973
Naylamp	R*	R*	1973
IR880-C9	S	S	1973
IR1529	R*	I*	1975

* Variedades semienanas con alto potencial de rendimiento de 5,5-9 t/ha.

Tabla 3. Variedades en explotación 1971-72. Niveles de afectación

Variedades	Área sembrada (%)	Área sembrada (%)	Afectación (%)
	Frío	Primavera	
IR8	2	4	26,7
IR160	58	20	77,9
IR480	1	63	86,8
IR 880-C9	39	13	29,0

Tabla 4. Productos empleados

Aplicación	Días después de germinado	Producto	Dosis en L/ha
1a.	0-5	Malathion 57%	2,01
2a.	10-15	Dimecron	0,97
3a.	25-30	Toxafeno	2,23
4a.	35-40	Dimecron y malathion	1,56
5a.	50-55	Dimecron	1,11
6a.	65-70	Malathion y toxafeno	2,2
Total	-	-	1 197,6 t/año

Aplicaciones de insecticida para sogata: 6.

Fuente. Grupo Nacional de Arroz (1972).

Según Reyes (1985), los insecticidas deben ser usados como complemento y aplicados en el momento oportuno, pues el uso indiscriminado de productos químicos reduce los enemigos naturales y predadores, aumentando la insectoresistencia.

En 1972 se inicia la introducción emergente de las variedades Cica 4 y Naylamp, procedentes de Colombia, resistentes al insecto y al virus, y en 1975 el IR 1529 procedente del IRRI, después de un pequeño trabajo de selección, sin llegar a ocupar áreas importantes en la producción, manteniéndose el IR 880-C9 como la variedad principal, con niveles superiores al 50%.

Como parte del inicio de la consolidación del programa de mejoramiento, se libera en 1981 la variedad J104, proveniente de líneas F4 introducidas de Perú y seleccionadas en el país, resaltando que aún supera el 60% de la producción nacional, con muy buenos resultados en sentido general (*Tabla 5*). A ella le siguió la Amistad 82 de ciclo corto en 1983, obtenida por hibridación en Cuba; Perla de Cuba en 1985, que aún está en la producción de los CAI, y ambas en la siembra popular, en ambos casos de ciclo corto; IACuba 14 y 15 en 1986 para ciclo medio, IACuba 17 y 19 de medio; IACuba 18 y 20 de corto; IACuba 23 para bajos insumos de agua y fertilizantes, e IACuba 25 tolerante a la salinidad, estas seis últimas liberadas en 1995, todas ellas de resistentes a intermedias al insecto *Tagosodes orizicolus* y algunas con resistencia combinada. Ello da respuesta a lo aprobado en 1976 de no liberar una variedad a la producción nacional susceptible al insecto *Tagosodes orizicolus*.

Como se aprecia en la *Tabla 6*, cuando se empleaba la variedad IR880-C9, susceptible al insecto y al virus, era necesario aplicar insecticidas de tres a cuatro veces contra el insecto *Tagosodes orizicolus* como promedio, con un costo de 5,27 USD/ha por campaña, y no había presencia de enemigos naturales, como se aprecia en ella. Sin embargo, a partir de la reducción de estos,

fueron apareciendo insectos capaces de parasitar los huevos de *Tagosodes*, lo que constituye el soporte para el manejo integrado de la plagas, permitiendo reducir

las aplicaciones de insecticidas desde 12 hasta 2,5 aplicaciones como promedio, sustituyéndolas siempre que sea posible por productos biológicos.

Tabla 5. Variedades liberadas del programa nacional de mejoramiento

No.	Variedades	Resistencia		Fecha de obtención
		Tagosodes	Hoja blanca	
1	Caribe 1	R	R	1978
2	J104	MR	S	1981
3	Amistad 82	R	S	1986
4	Perla de Cuba	R	MR	1990
5	IACuba 14	R	MS	1990
6	IACuba 15	MR	MS	1990
7	IACuba 16	MR	MR	1993
8	IACuba 17	MR	MS	1995
9	IACuba 18	R	R	1995
10	IACuba 19	MR	MS	1995
11	IACuba 20	R	MR	1995
12	IACuba 21	MR	MR	1995
13	IACuba 22	MR	MR	1995
14	IACuba 23	MR	S	1995
15	IACuba 24	MR	S	1995
16	IACuba 25	R	MS	1995
17	IACuba 26	MR	S	1995

Tabla 6. Resultados del trabajo realizado en Granma para la aplicación del manejo integrado

Variedades	Reacción	Aplicaciones	Costo USD/ha	Costo unitario	Enemigos naturales
IR880-C9	S	3	5,27	15,8	-
IR1529	I	3	5,27	15,8	-
Naylamp	R	3	5,27	15,8	-
CICA 4	R	3	5,27	15,8	-
J104	MR	3	5,27	15,8	-

Ello muestra cómo a partir de liberar la J104, la estructura varietal empleada en la producción de arroz, tanto en el sector especializado como en la siembra popular y áreas de autoconsumo de las empresas, está sustentada sobre variedades con reacción de intermedia (MR) a resistentes (R) al insecto, lo que permitió ir reduciendo las aplicaciones de insecticidas en una primera etapa, y a la eliminación total de estas en una segunda, propiciando el incremento de enemigos naturales para *Tagosodes* y otras plagas, entre los que sobresalen *Paranagrus*, *Tetracnata*, *Tithus parvice* y *Gonatopus* como los más importantes controles biológicos, además de otros controles naturales para insectos de menor peligrosidad, y que antes de dejar de aplicar no estaban

presentes en las arroceras, permitiendo que a partir de 1993 se pudiera emplear el manejo integrado de plagas en el cultivo.

Desde el punto de vista ambiental posee un importante efecto positivo, reflejado en los siguientes elementos. Se dejan de verter a la atmósfera cada año, sólo por este insecto, 200 t de productos tóxicos, y si consideramos que el manejo integrado de plagas ha permitido reducir el volumen de aplicaciones de productos químicos en un 75% aproximadamente, se han dejado de verter 7 650 t en catorce años.

Desde 1996 se inicia un programa de siembra popular de arroz, estableciéndose como principio no propiciar

el empleo de variedades susceptibles y, aunque aún se emplean algunas susceptibles, no rebasan el 3%, sobre

lo cual se trabaja intensamente para sustituirlas por resistentes.

Tabla 7. Después de establecido el manejo integrado

Varietades	Reacción	Aplicaciones	Costos	Costo unitario	Enemigos naturales
J104	MR	0	-	-	<i>Paranagrus</i>
Perla de Cuba	R	0	-	-	<i>Tetragnata</i>
Amistad 82	R	0	-	-	<i>Tythus parvice</i>
IACuba 14	R	0	-	-	<i>Gonatopus</i>

En resumen, se puede expresar que la utilización de variedades resistentes al insecto *Tagosodes orizicolus*, principal plaga en el cultivo del arroz en Cuba, ha constituido la base para el manejo integrado de plagas en el cultivo, tanto en la UCAI como en la siembra popular.

CONCLUSIONES

- El trabajo paciente y sistemático de la genética ha propiciado incorporar los genes de resistencia al insecto a todas las variedades cultivadas en la actualidad, y al virus de la hoja blanca a parte de ellas.
- Con los resultados alcanzados en los últimos catorce años queda ratificado que la resistencia genética al insecto permite la aplicación del manejo integrado de plagas, pues se alcanzan los niveles de enemigos naturales necesario para ello.
- La utilización de variedades resistentes ha permitido dejar de aplicar sólo contra este insecto 200 t de insecticidas cada año, lo que contribuye positivamente a reducir la contaminación ambiental y el efecto tóxico sobre los hombres que los manipulan.

REFERENCIAS

Álvarez, R. et al.: «Mecanismos de resistencia a *Tagosodes orizicolus* Muir (Homoptera: Delphacidae) de tipo antibiótico y no preferencia a algunas líneas de arroz (*Oryza sativa*)», I Encuentro Internacional de Arroz, Palacio de Convenciones, La Habana, 1998.

Borrero Correa, J.; M. Chatel; M. Triana Espinal: «Mejoramiento poblacional de arroz irrigado para hoja blanca», I Encuentro Internacional de Arroz, Palacio de Convenciones, La Habana, 1998.

De Galvis et al.: *Arroz, investigación y producción*, PNUD, 1985.

Heinrichs, E. A.: «Methods of Controlling Rice Leafhoppers and Plant Hoppers», IRRI, RTP Trainings Program, 1978.

IRRI: «The International Rice Research Institute», *Annual Report for 1975*, Philippines, 1976.

Jennings, P. R.; A. Pineda: «Screening Rice for Resistance to the Plant Hopper, *Sogatodes orizicola* Muir: Crop.», *Sci* 10: 687-689, 1970.

Jennings, P. R.; W. R. Coffman; H. E. Kauffman: «Mejoramiento genético de la resistencia a plagas», *Mejoramiento del arroz*, CIAT: apartado 6713, Cali, Colombia, 1981.

Jennings P. R.: «El mejoramiento del arroz», *Arroz, investigación y producción*, PNUD/CIAT, Cali, 1985.

Orellana, P.; A. Ginarte: *Resistencia varietal del arroz (Oryza sativa L.) a la enfermedad hoja blanca*, Centro Agrícola, Universidad Central de Las Villas, 1977.

Orellana, P.: «Aspectos relacionados con la resistencia genética del arroz (*Oryza sativa*) al insecto *Sogatodes orizicola*, hoja blanca y *Piricularia oryzae*», *Agrotecnia de Cuba*. 3(1) 37-45, 1981

Orellana, P.; P. R. Jennings; L. Pérez: «Resultados preliminares de estudios de resistencia en variedades de arroz (*Oryza sativa*) con colonias de sogatas de diferentes localidades», *Cienc. Tec. Agric. Arroz* 5 (2): 63-82, 1982.

Pathak, M.; G. S. Khush: «Studies of Varietal Resistance in Rice to the Brown Plant Hopper at IRR», *Brown Plant Hopper: Threat to Rice Production in Asia*, IRRI, Los Baños, Lagunas, Philippines, 1979.

Reyes, J. A.: «Manejo de plagas en arroz», *Arroz investigación y producción*, PNUD, CIAT, 1985.

Reyes, J. A.; L. Calvert; A. C. Velazco: «Monitoreo de *Tagosodes orizicolus* (sogata) en zonas arroceras de Colombia», CIAT. A. A., I Encuentro Internacional de Arroz, Palacio de Convenciones, La Habana, 1998.

Triana, M.; et al.: «Desarrollo de una metodología de evaluación al daño mecánico causado por el insecto *Tagosodes orizicolus* Muir en el cultivo del arroz», I Encuentro Internacional de Arroz, Palacio de Convenciones, La Habana, 1998.