



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ



INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE ARROZ EN PANAMÁ



INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL MANEJO INTEGRADO
DEL CULTIVO DE ARROZ EN PANAMÁ

Compiladores:

Ismael Camargo Buitrago;
Evelyn Itzel Quirós MacIntire;
Bruno Zachrisson Salamina

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
Departamento de Edición y Publicaciones

Panamá, 2014
140 páginas

ISBN 978-9962-677-39-0

Variedades-Fenología-Parasitoides-Malezas-
Deficiencias nutricionales
Ácaro Hongo Bacteria-Manejo integrado



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE ARROZ EN PANAMÁ

Compiladores:

Ismael Camargo Buitrago

Evelyn Itzel Quiros MacIntire

Bruno Zachrisson Salamina

PRESENTACIÓN

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), desde su creación mediante la Ley 51 del 28 de agosto de 1975, le ha correspondido normar todas las actividades de investigación agropecuaria del sector público y orientar estas actividades en el sector privado.

El IDIAP, primera Institución de Ciencia y Tecnología Agropecuaria del país, ha considerado que el arroz es un rubro de seguridad alimentaria, asignando talentos humanos y recursos financieros con el propósito de generar las innovaciones tecnológicas para lograr la competitividad y sostenibilidad del cultivo. Por ello, el presente documento *Innovación Tecnológica para el Manejo Integrado del Cultivo de Arroz*, tiene el objetivo de reunir las experiencias, resultados y conocimientos generados en los últimos años por un grupo de investigadores de la Institución.

Entre los temas abordados, se presenta el esfuerzo en el mejoramiento genético, la importancia de conocer la fenología de la planta de arroz, el control biológico para minimizar el uso de insecticidas, el manejo del complejo de malezas, enfermedades y el manejo integrado del complejo ácaro-hongo-bacteria.

En este sentido, desde la creación del IDIAP, se iniciaron los trabajos de investigación en arroz con énfasis en el desarrollo de germoplasma mejorado, liberando 24 variedades comerciales, en estudios importantes sobre la fenología de la planta como parte de la respuesta a los cambios climáticos dentro del entorno.

Por otro lado, la búsqueda de la eficiencia y competitividad de este rubro, a través del conocimiento de la dinámica de las plagas, e identificar y conocer la bioecología del complejo de parasitoides oófagos, favorecen la investigación de alternativas al uso desmedido de insecticidas, para el combate de los insectos-plagas en arroz.

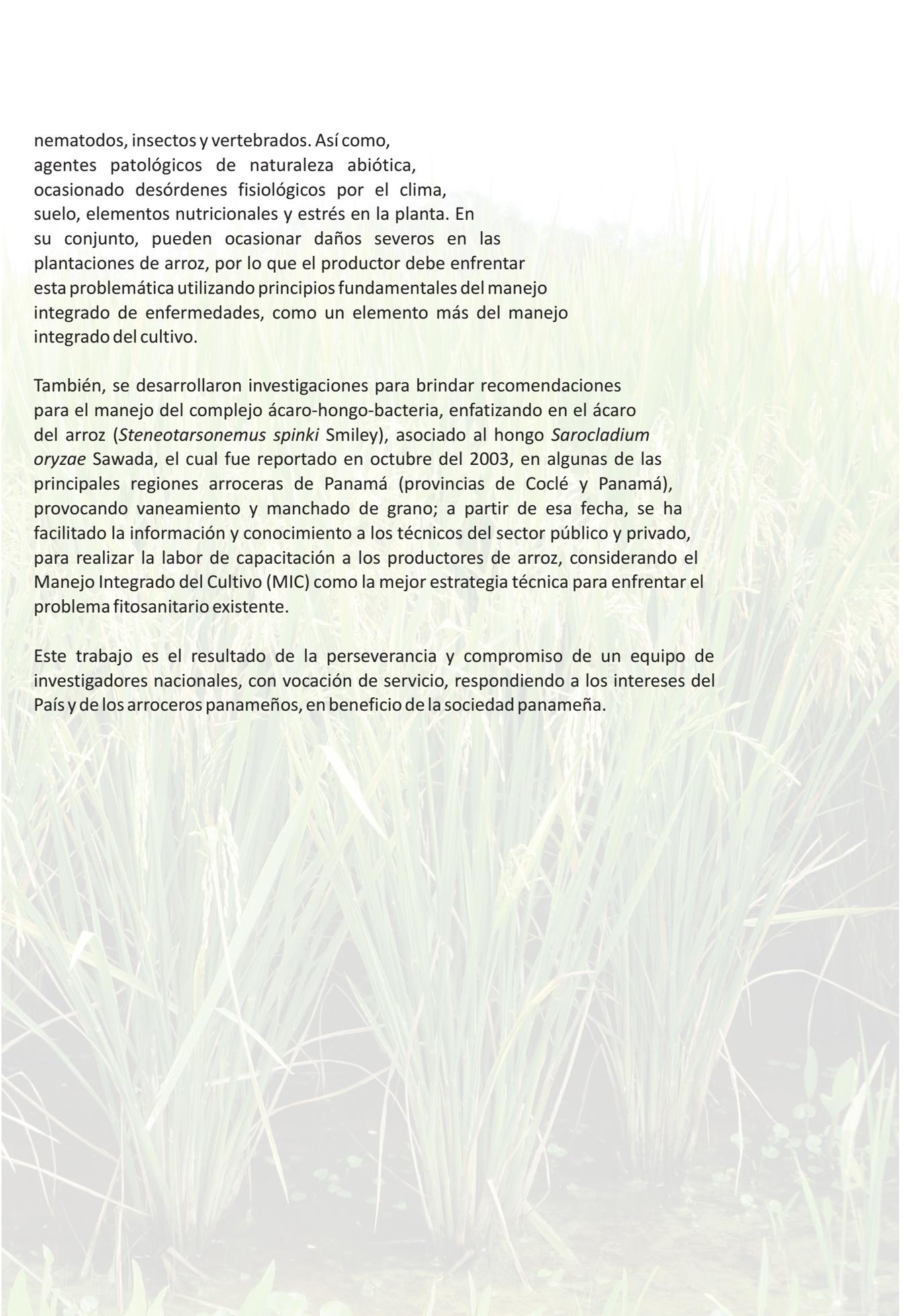
En cuanto al control de malezas, en muchos casos son parciales y erráticos, lo que unido a las diferentes prácticas y el uso de semilla sin certificar y contaminada de malezas, da origen a cambios en las especies que infestan las áreas arroceras del país.

Las enfermedades se presentan como una limitante en la productividad, ocasionando inestabilidad en el rendimiento, por causa de diferentes agentes patológicos de naturaleza biótica como hongos, bacterias, virus, viroides, micoplasmas,

nematodos, insectos y vertebrados. Así como, agentes patológicos de naturaleza abiótica, ocasionado desórdenes fisiológicos por el clima, suelo, elementos nutricionales y estrés en la planta. En su conjunto, pueden ocasionar daños severos en las plantaciones de arroz, por lo que el productor debe enfrentar esta problemática utilizando principios fundamentales del manejo integrado de enfermedades, como un elemento más del manejo integrado del cultivo.

También, se desarrollaron investigaciones para brindar recomendaciones para el manejo del complejo ácaro-hongo-bacteria, enfatizando en el ácaro del arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley), asociado al hongo *Sarocladium oryzae* Sawada, el cual fue reportado en octubre del 2003, en algunas de las principales regiones arroceras de Panamá (provincias de Coclé y Panamá), provocando vaneamiento y manchado de grano; a partir de esa fecha, se ha facilitado la información y conocimiento a los técnicos del sector público y privado, para realizar la labor de capacitación a los productores de arroz, considerando el Manejo Integrado del Cultivo (MIC) como la mejor estrategia técnica para enfrentar el problema fitosanitario existente.

Este trabajo es el resultado de la perseverancia y compromiso de un equipo de investigadores nacionales, con vocación de servicio, respondiendo a los intereses del País y de los arroceros panameños, en beneficio de la sociedad panameña.



CONTENIDO

LAS VARIETADES MEJORADAS DE ARROZ DEL IDIAP: UN APOORTE AL DESARROLLO DEL SECTOR ARROCERO PANAMEÑO 1975-2012

Ismael Camargo Buitrago 9

CATÁLOGO DE VARIETADES LIBERADAS A NIVEL COMERCIAL 10

CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ARROZ EN EL DESARROLLO DEL SECTOR ARROCERO NACIONAL. 1975-2008 18

CARACTERÍSTICAS Y MANEJO DE LAS VARIETADES COMERCIALES DE ARROZ DEL IDIAP EN USO EN PANAMÁ 20

VARIEDAD DE CICLO INTERMEDIO: IDIAP 38 20

VARIEDAD DE CICLO PRECOZ: IDIAP 145-05 22

VARIEDAD DE CICLO PRECOZ: IDIAP 54-05 25

VARIEDAD DE CICLO INTERMEDIO: IDIAP 52-05 28

VARIEDAD DE CICLO PRECOZ: IDIAP FL 137-11 30

VARIEDAD DE CICLO PRECOZ: IDIAP FL 106-11 32

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO 34

BIBLIOGRAFÍA 36

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE ARROZ BASADOS EN LA FENOLOGÍA DE LA PLANTA

Ismael Camargo Buitrago; Evelyn Itzel Quirós McIntire; Bruno Zachrisson Salamina 39

ELEMENTOS BIOCLIMÁTICOS 39

FENOLOGÍA DEL ARROZ 40

FENOLOGÍA DE LAS VARIETADES DE ARROZ UTILIZADAS EN PANAMÁ 48

FENOLOGÍA DEL ARROZ Y SU RELACIÓN CON LA DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS INSECTOS-PLAGAS 51

CONSIDERACIÓN FINAL 53

BIBLIOGRAFÍA 54

IDENTIFICACIÓN, BIOLOGÍA Y MUESTREO DE INSECTOS-PLAGAS Y BENÉFICOS: CONTRIBUCIÓN PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE ARROZ

Bruno Zachrisson 56

INTERACCIÓN INSECTO-PLANTA 56

MUESTREO 57

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP) EN ARROZ Y SU COMPATIBILIDAD CON EL MANEJO DEL AGROECOSISTEMA 58

PLAGAS DEL ARROZ (*Oryza sativa*) 60

RESUMEN 72

BIBLIOGRAFÍA 73

BIOECOLOGÍA DE PARASITOIDES OÓFAGOS DE INSECTOS-PLAGAS EN EL CULTIVO DEL ARROZ (<i>Oryza sativa</i>) EN PANAMÁ <i>Bruno Zachrisson</i>	76
AGROECOSISTEMA	77
COMPORTAMIENTO DEL PARASITOIDE OÓFAGO	77
DINÁMICA POBLACIONAL INSECTO-PARASITOIDE	77
BIOECOLOGÍA DE PARASITOIDES OÓFAGOS	78
<i>Rupella albinella</i> Cramer	78
<i>Oebalus insularis</i> Stal	79
RESUMEN	82
BIBLIOGRAFÍA	84
COMPLEJO DE MALEZAS PREDOMINANTE EN ÁREAS DE ARROZ DE RIEGO Y SECANO EN PANAMÁ <i>Marco A. Navarro</i>	87
CLASIFICACIÓN	87
IDENTIFICACIÓN	88
REPRODUCCIÓN Y DISEMINACIÓN	88
ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LAS MALEZAS	88
MATERIALES Y MÉTODOS	89
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	90
Composición de las especies de malezas presentes en campos de arroz	90
Severidad de la infestación de las especies de malezas presentes en las parcelas de arroz	93
Características de las principales malezas identificadas	95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
BIBLIOGRAFÍA	104
SÍNTOMAS PRODUCIDOS POR DEFICIENCIAS NUTRICIONALES SIMILARES A ENFERMEDADES BIÓTICAS EN LAS PLANTAS DE ARROZ <i>Felipe González Ochoa</i>	105
DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE ARROZ	106
Nitrógeno (N)	106
Fósforo (P)	107
Potasio (K)	107
Azufre (S)	109
Magnesio (Mg)	109

Cobre (Cu)	110
Manganeso (Mn)	111
Zinc (Zn)	112
BIBLIOGRAFÍA	113
MANEJO INTEGRADO DEL COMPLEJO ÁCARO (<i>Steneotarsonemus spinki Smiley</i>) – HONGO (<i>Sarocladium oryzae</i>) – BACTERIA (<i>Burkholderia glumae</i>), EN EL CULTIVO DE ARROZ <i>Ismael Camargo Buitrago; Felipe González O; Evelyn Itzel Quirós McIntire; Bruno Zachrisson Salamina; Kilmer Von Chong (q.d.e.p.)</i>	114
GENERALIDADES DEL ÁCARO	114
SÍNTOMAS Y DAÑOS QUE OCASIONA EL ÁCARO <i>S. Spinki</i>	118
COMPLEJO DE BACTERIAS	119
MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE ARROZ	122
MANEJO Y CONTROL DEL COMPLEJO ÁCARO-HONGO-BACTERIA	128
NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ	133
DENSIDAD DE SIEMBRA	134
RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	135
AGRADECIMIENTO	

LAS VARIETADES MEJORADAS DE ARROZ DEL IDIAP: UN APOORTE AL DESARROLLO DEL SECTOR ARROCERO PANAMEÑO 1975-2012

Ismael Camargo Buitrago¹

En Panamá, el programa nacional de cruas para la obtención de plantas tipo F_1 se inició en 1968 en el Instituto Nacional de Agricultura (INA), ubicado en Divisa. A partir de 1978, el proyecto de mejoramiento genético de arroz del IDIAP retomó la actividad, con la colaboración de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad de Panamá, en Tocumen, la cual facilitaba el uso de los invernaderos para realizar esta labor.

Cuando se dieron las condiciones mínimas de recursos humanos e infraestructura, la actividad se trasladó hacia las instalaciones del IDIAP en Chichebre, perteneciente al Centro de Investigación Agropecuaria Oriental, donde se continúa efectuando las cruas hasta la fecha. A partir de 1990, el proyecto consideró oportuno fortalecer la actividad de investigación dirigida al diseño e implementación de las cruas nacionales abriendo otro frente para efectuar cruzamientos, teniendo como sede Divisa en el Centro de Investigación Agropecuaria Central. En la actualidad se realizan anualmente entre 20 y 50 cruas, en ambas localidades (Tanara y Divisa), cantidad modesta si es comparada con otros programas.

En Divisa, el trabajo de cruzamiento se orienta hacia dos objetivos específicos: el primero es enfocado hacia la obtención de plantas F_1 para el manejo de poblaciones segregantes, para desarrollar variedades utilizando los métodos convencionales de mejoramiento, mientras que el segundo está orientado al desarrollo de cultivares mediante la técnica de cultivo de anteras, metodología que puede reducir el costo y el tiempo necesario para la obtención de nuevas variedades.

A partir de 1998, la sede del Proyecto de Mejoramiento Genético de Arroz, se estableció en el Centro de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG), en Río Hato, donde se fortalecen las actividades de manejo de poblaciones segregantes bajo condiciones de riego.

Entre los principales logros del programa de cruas nacionales del IDIAP, se puede mencionar la liberación de las variedades: Anayansi, Damaris, Anabel, Anayansi L-2, IDIAP T4-70, IDIAP 22, IDIAP 30-03, las cuales en su momento contribuyeron al desarrollo de la industria arrocera nacional, por su adaptabilidad y competitividad bajo las condiciones de secano favorecido y riego, característica de la siembra de arroz en el país.

Por otro lado, fue seleccionado material genético de los viveros internacionales procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), los cuales fueron liberados como variedades por sus características sobresalientes, entre las cuales tenemos: P-1048, P-1537, IDIAP 863, IDIAP L-7, IDIAP 38, IDIAP 2503.

Otras variedades como Oryzica 1, que fue desarrollada por el programa en conjunto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la variedad P-3621, desarrollada por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá (FCA-UP), IDIAP y CIAT, formando parte de las variedades multiplicadas por la Unidad de Semilla Básica y Registrada del IDIAP.

¹Ph.D. en Fitomejoramiento. IDIAP. Instituto de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG).
e-mail :camargo.ismael@gmail.com

CATALOGO DE VARIEDADES LIBERADAS A NIVEL COMERCIAL

En estos 33 años de investigación en el mejoramiento genético de arroz en el IDIAP, todas las variedades seleccionadas derivadas de las cruza nacionales del Proyecto de Mejoramiento Genético de Arroz del IDIAP y aquellas provenientes de los viveros del CIAT y del International Rice Research Institute (IRRI), se caracterizan por ser de porte bajo, ciclo precoz e intermedio, buen rendimiento, tolerantes a plagas, enfermedades fungosas y adaptadas a los sistemas mecanizado de secano favorecido y de riego. Estas variedades son seleccionadas después de varios ciclos de evaluaciones en las diversas zonas productoras de arroz, lo cual garantiza su estabilidad y adaptabilidad en la producción. En el catálogo, presentamos un listado de las variedades comerciales liberadas y sus características sobresalientes.

CUADRO 1. CATÁLOGO DE VARIEDADES LIBERADAS POR EL IDIAP PERIODO 1975-2010

LISTADO DE VARIEDADES	REGISTRO GRÁFICO	CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES AL MOMENTO DE SU LIBERACIÓN
VARIEDADES LIBERADAS EN LA DÉCADA DE LOS 70		
<p>Nombre: DAMARIS</p> <p>Cruza: IR 8 / NILO 1</p> <p>Liberación: 1978</p> <p>Institución: IDIAP</p>		<p>Ciclo tardío: 138 dds</p> <p>Altura promedio: 83 cm</p> <p>Rendimiento: 75 qq/ha</p> <p>Reacción a enfermedades:</p> <p>Resistente a Piricularia</p> <p>Calidad molinera: Buena</p> <p>Adaptación: Secano favorecido y riego.</p>

Nombre: ANAYANSI
Cruza: IR 8/NILO 1
Liberación: 1977
Institución: IDIAP



Ciclo tardío: 128 dds
Altura promedio: 86 cm
Rendimiento: 75 qq/ha
Reacción a enfermedades:
Resistente a Piricularia
Tolerante a Helminthosporium
Calidad molinera: Buena
Adaptación: Secano favorecido y riego.

VARIETADES LIBERADAS EN LA DÉCADA DE LOS 80

Nombre: ANABEL
Cruza: BG90-2/ANAYANSI
Liberación: 1988
Institución: IDIAP



Ciclo tardío: 120-135 dds
Altura promedio: 85 cm
Rendimiento: 95-110 qq/ha
Reacción a enfermedades:
Resistente a Piricularia
Moderadamente susceptible
Rhizoctonia
Calidad molinera: Buena
Adaptación: Riego.

Nombre: ORYZICA 1
Cruza: P 1223/P 1225
Liberación: 1982
Institución: CIAT, ICA



Ciclo precoz: 110-115 dds
Altura promedio: 98 cm
Rendimiento: 100-110 qq/ha
Reacción a enfermedades:
Altamente susceptible a
Helminthosporiosis en suelos arenosos.
Moderadamente resistente a
Piricularia
Calidad molinera: Buena
Adaptación: Secano favorecido y riego.

Nombre: PANAMÁ 1048

Cruza: P 1221/P 1229

Liberación: 1987

Instituciones:

IDIAP, FCA-UP, CIAT



Ciclo intermedio: 118-120 dds
Altura promedio: 100 cm
Rendimiento: 110-120 qq/ha
Reacción a enfermedades:
Altamente susceptible al hongo
Drechslera.
Tolerante a Piricularia
Calidad molinera: Buena
Adaptación: a diferentes tipos de
suelo; condiciones de secano y riego.

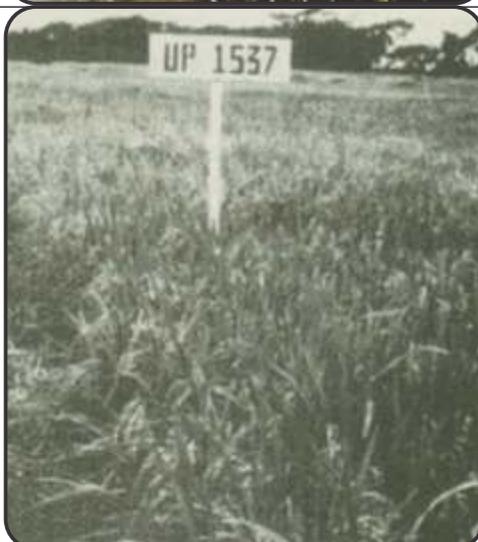
Nombre: PANAMA 1537

Cruza: CICA 7 // 5461/4422

Liberación: 1987

Instituciones:

IDIAP, FCA-UP, CIAT



Ciclo intermedio: 120-125 dds
Altura: 90-105 cm
Rendimiento: 128 qq/ha
Reacción a enfermedades:
Tolerante a Piricularia
Calidad molinera: Buena
Adaptación: Riego y secano
favorecido.

VARIETADES LIBERADAS EN LA DÉCADA DE LOS 90

Nombre: ANAYANSI L-2

Cruza: BG90-2/ANAYANSI

Liberación: 1990

Institución: IDIAP



Ciclo tardío: 130 dds
Altura promedio: 85 cm
Rendimiento: 100-120 qq/ha
Reacción a enfermedades:
Es susceptible a Helminthosporiosis
Tolerante a Piricularia
Calidad molinera y culinaria: Buena
Adaptación: Riego y secano muy
favorecido.

<p>Nombre: IDIAP 863 Cruza: IR8*6/PK203 Liberación: 1992 Institución: IDIAP</p>		<p>Ciclo intermedio: 118-124 dds Altura promedio: 85 cm Rendimiento: 120-130 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia Calidad molinera: Buena Adaptación: Secano favorecido y riego. Expresa su potencial en áreas bajas con retención de humedad.</p>
<p>Nombre: PANAMÁ 3621 Cruza: METICA 1//SUAKOKO 8 / CEYSVONI Liberación: 1993 Instituciones: FCA-UP, CEIAT</p>		<p>Ciclo tardío: 130-135 dds Altura promedio: 84 cm Rendimiento: 130-140 qq/ha Reacción a enfermedades: Susceptible a Rhizoctonia Tolerante a Piricularia Calidad molinera: Buena Adaptación: Secano muy favorecido y riego.</p>
<p>Nombre: T-4-70 Cruza: BG90-2/ANAYANSI//CICA 7 Liberación: 1997 Institución: IDIAP</p>		<p>Ciclo intermedio: 118-125 dds Altura promedio: 91 cm Rendimiento: 110-120 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia Calidad molinera: Buena Adaptación: Diferentes tipos de suelo, bajo condiciones de secano favorecido y riego.</p>

VARIEDADES LIBERADAS EN LA DÉCADA DE LOS 2000

Nombre: IDIAP L-7

Cruza: CT 8008 (CT7347/IR21015-72-3-3-3-1)

Liberación: 2002

Instituciones: IDIAP



Ciclo precoz: 106-114 dds
 Altura promedio: 96 cm
 Rendimiento: 100-110 qq/ha
 Reacción a enfermedades:
 Tolerante a Piricularia
 Calidad molinera: Excelente
 Adaptación: a riego y evitar suelos arenosos.

Nombre: IDIAP 38

Cruza: CT 8008 (CT7347/IR21015-72-3-3-3-1)

Liberación: 2002

Instituciones: IDIAP



Ciclo intermedio: 118-125 dds
 Altura promedio: 110 cm
 Rendimiento: 110-120 qq/ha
 Reacción a enfermedades:
 Tolerante a Piricularia
 Moderadamente susceptible a Sarocladium
 Calidad molinera y culinaria: Buena
 Adaptación: a diferentes tipos de suelo y variedad para riego.

Nombre: IDIAP 22

Cruza: P-1048/ANAYANSI

Liberación: 2002

Institución: IDIAP



Ciclo intermedio: 120-130 dds
 Altura promedio: 122 cm
 Rendimiento: 150 qq/ha
 Reacción a enfermedades:
 Tolerante a Piricularia
 Calidad molinera: Excelente
 Adaptación: Secano favorecido y riego.

<p>Nombre: IDIAP 25-03 Cruza: CT 8553 (CT 8306/TOX 718-AL-27-1CM-1JN Liberación: 2003 Institución: IDIAP</p>		<p>Ciclo precoz: 114 -118 dds Altura: 81 a 103 cm Rendimiento: 121-152 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia Calidad molinera: Buena Adaptada: a condiciones de secano y riego.</p>
<p>Nombre: IDIAP 30-03 Cruza: CHIANUNG SEN YU / SURINAM 70 Liberación: 2005 Institución: IDIAP</p>		<p>Ciclo intermedio: 120-128 dds Altura promedio: 100 cm Rendimiento: 110-120 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia, Moderadamente susceptible al complejo ácaro-hongo-bacteria Calidad molinera y culinaria: Buena Adaptación: a diferentes tipos de suelos para secano favorecido y riego.</p>
<p>Nombre: IDIAP 145-05 Cruza: CT 8008-16-31-3P- M//CT9682-2-M-14-1-M-1-3P-M-1/ CT 11008-12-3-1M-4P-4 Liberación: 2005 Instituciones: IDIAP, FLAR</p>		<p>Ciclo precoz: 100-115 dds Altura promedio: 95 cm Rendimiento: 106-125 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia Moderadamente tolerante al ácaro spinki Calidad molinera: Excelente Adaptación: Riego y secano muy favorecido.</p>

<p>Nombre: IDIAP 54-05 Cruza: CT9682-2-M-14-1-M-1-3P-M-1/CT10825-1-2-1-3-M//CT8222-7-2P-1X Liberación: 2007 Instituciones: IDIAP, FLAR</p>		<p>Ciclo precoz: 102- 116 dds Altura promedio: 94 cm Rendimiento: 100-126 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia Moderadamente tolerante al ácaro spinki Calidad molinera: Excelente Adaptación: Riego y seco muy Favorecido.</p>
<p>Nombre: IDIAP 52-05 Cruza: C 82-148-19-5-1-PM-M-M-M-M GRIJALVA A 71*3/TETEP Liberación: 2008 Institución: IDIAP</p>		<p>Ciclo precoz: 112-122 dds Altura promedio: 96 cm Rendimiento: 92-123 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia al cuello Moderadamente tolerante al ácaro spinki Calidad molinera: Excelente Adaptación: Riego y seco muy Favorecido.</p>
<p>VARIETADES DE ARROZ BIOFORTIFICADAS CON HIERRO Y ZINC</p>		
<p>Nombre: IDIAP GAB 2 Origen CIAT: 1 12 Pedigree FLO 38 01 - 1P -1-1P -2P -M Liberación: 2010 Instituciones: IDIAP, FLAR, CIAT, AGROSALUD</p>		<p>Rango ciclo: 93-110 dds Rango altura: 73-93 cm Rendimiento: 35-70 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante Piricularia Moderadamente susceptible al manchado del grano Contenido de hierro: 4.015 mg/kg Contenido de zinc:15.395 mg/kg Calidad molinera: Buena Adaptación: Agricultura familiar (chuzo y fanguero).</p>

<p>Nombre: IDIAP GAB 6</p> <p>Origen CIAT: HI 16A 4964</p> <p>Pedigree CT 16658-4-1 -1SR - 3 -2-1- 2-2-1-4</p> <p>Liberación: 2010</p> <p>Instituciones: IDIAP-CIAT-AGROSALUD</p>		<p>Rango ciclo: 100-117 dds</p> <p>Rango altura: 80-104 cm</p> <p>Rendimiento: 20-70 qq/ha</p> <p>Reacción a enfermedades: Tolerante Piricularia</p> <p>Moderadamente susceptible al manchado del grano</p> <p>Contenido de hierro: 3.785 mg/kg</p> <p>Contenido de zinc: 14.30 mg/kg</p> <p>Calidad molinera: Buena</p> <p>Adaptación: Agricultura familiar (chuzo y fangueo).</p>
<p>Nombre: IDIAP GAB 8</p> <p>Origen CIAT: HI 85B 6588</p> <p>Pedigree CT 17334-13-7 -1- 5-M-1-M</p> <p>Liberación: 2010</p> <p>Instituciones: IDIAP-CIAT-AGROSALUD</p>		<p>Rango ciclo: 100-117 dds</p> <p>Rango altura: 100-106 cm</p> <p>Rendimiento: 20-70 qq/ha</p> <p>Reacción a enfermedades: Tolerante Piricularia</p> <p>Moderadamente susceptible al manchado del grano</p> <p>Contenido de hierro: 3.6 mg/kg</p> <p>Contenido de zinc: 14.595 mg/kg</p> <p>Calidad molinera: Buena</p> <p>Adaptación: Agricultura familiar (Chuzo y fangueo).</p>
<p>Nombre: IDIAP SANTA CRUZ 11</p> <p>Origen CIAT: HI 16A 4962</p> <p>Pedigree FLO 38 01 -1P -1- 1P -2P -M</p> <p>Liberación: 2010</p> <p>Instituciones: IDIAP-CIAT-AGROSALUD</p>		<p>Rango ciclo: 100-117 dds</p> <p>Rango altura: 73-100 cm</p> <p>Rendimiento: 20-70 qq/ha</p> <p>Reacción a enfermedades: Tolerante Piricularia</p> <p>Moderadamente susceptible al manchado del grano</p> <p>Contenido de hierro: 3.78 mg/kg</p> <p>Contenido de zinc: 13.54 mg/kg</p> <p>Calidad molinera: Buena</p> <p>Adaptación: Agricultura familiar (chuzo y fangueo).</p>

<p>Nombre: IDIAP FL 137-11 Cruza: CT9682-2-M-14-1-M-1-3P-M-1/CT108225-1-2-1-3-M//CT8222-7-2P-1X Liberación: 2012 Instituciones: IDIAP-FLAR</p>		<p>Ciclo precoz: 107-122 dds Altura promedio: cm Rendimiento: 92-123 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia Moderadamente tolerante al ácaro spinki Calidad molinera: Excelente Adaptación: Riego y secano muy favorecido.</p>
<p>Nombre: IDIAP FL 106-11 Cruza: FL001028-8P-3-2P-1P-M-2X-3P-1P/FL03272-1P-6-1P-3P-M-1P//FL03174-8P-7-2P-2P-M Liberación: 2012 Instituciones: IDIAP-FLAR</p>		<p>Ciclo precoz: 112-122 dds Altura promedio: 96 cm Rendimiento: 92-123 qq/ha Reacción a enfermedades: Tolerante a Piricularia al cuello Moderadamente tolerante al ácaro spinki Calidad molinera: Excelente Adaptación: Riego y secano muy favorecido.</p>

Otras variedades recomendadas

El Proyecto de Mejoramiento Genético de Arroz del IDIAP, ha evaluado y recomendado para la siembra y comercialización en el país, las siguientes variedades introducidas: Cica 8, Metica 1, Metica 2, Oryzica Llanos 5, Oryzica Turipaná 7, Coprosem 1, Fedearroz 50, Colombia XXI, Fedearroz 2000, Fedearroz 473 y Prosequisa 1.

CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ EN EL DESARROLLO DEL SECTOR ARROCERO NACIONAL (1975-2008)

La investigación en el cultivo de arroz en Panamá, se ha concentrado básicamente en el mejoramiento genético para la obtención de nuevas variedades. En este sentido desde su creación en 1975 el IDIAP, ha generado variedades de arroz resistentes a enfermedades como la Piricularia y a plagas de importancia económica para el cultivo, que han contribuido a incrementar la producción y la productividad nacional. Logrando, en un alto porcentaje, el autoabastecimiento en este importante grano para la dieta del panameño, así como la reducción del costo de producción y el uso de agroquímicos.

En el sector arrocero panameño es evidente el impacto de las prácticas de manejo y de las variedades liberadas por el IDIAP provenientes del programa de cruzas nacionales y de la introducción de germoplasma mejorado de otros Centros de Investigación como el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Fondo Latinoamericano para el Arroz de Riego (FLAR). En la Figura 1, se aprecia la evolución quinquenal de la superficie sembrada y el rendimiento de grano. En el quinquenio 1976-81, la superficie promedio sembrada fue de 46 600 ha con rendimiento promedio de 55 qq/ha (2.7 t/ha), mientras que en el último quinquenio 2006-11, la superficie promedio sembrada fue de 61 700 ha y el rendimiento alcanzó 97.5 qq/ha (4.9 t/ha). A pesar que la superficie sembrada en los últimos 15 años ha fluctuado por factores bióticos y abióticos que han afectado la economía del sector arrocero, es evidente que la producción se ha incrementado significativamente en 77% considerando el quinquenio 1976-81 versus 2006-11.

En resumen, la Figura 1, pone en evidencia que en los últimos 35 años se ha incrementado la superficie sembrada en 32% de manera insostenida y el rendimiento de grano en 77%, sugiriendo el papel preponderante que la investigación en arroz y el mejoramiento genético han aportado al desarrollo del cultivo, incluyendo el aporte del IDIAP y de otras instituciones.

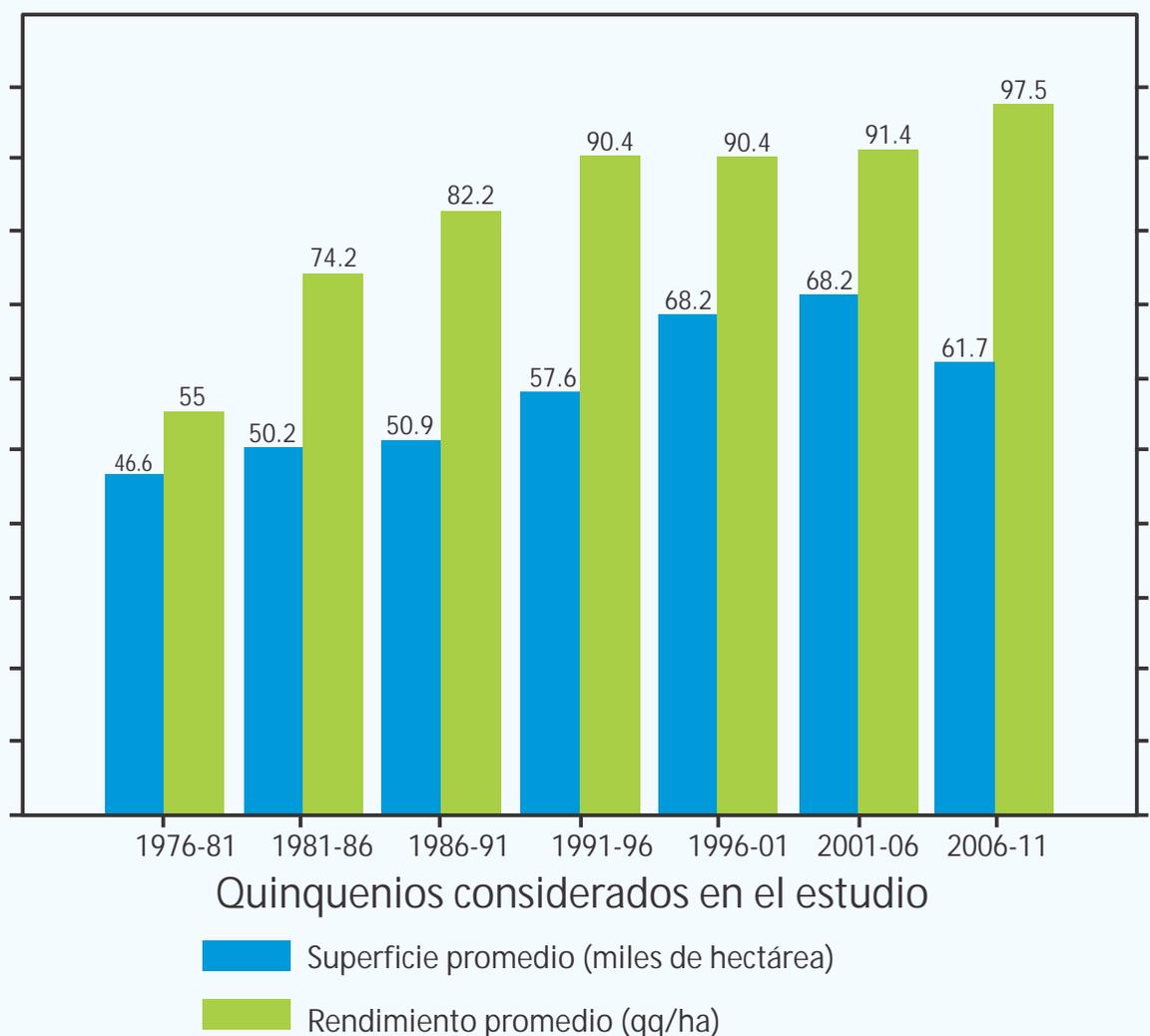


Figura 1. Evolución quinquenal de la superficie sembrada de arroz y el rendimiento de grano, 1975-2011.

Se estima que el impacto económico global de la investigación en arroz efectuada por el IDIAP, en los primeros 30 años de su fundación, fue de 133 millones de balboas (IDIAP 2000), como consecuencia del incremento de los rendimientos en 47% por hectárea; la reducción del costo de producción en 21% en los sistemas de secano favorecido y de 23% en riego. Como muestra, en el ciclo agrícola 2008-09, las variedades del IDIAP, fueron cultivadas en 33 016 ha, que representó el 50.23% de la superficie sembrada, con una producción por encima de 100 qq/ha.

Finalmente, el principal desafío que enfrentan los arroceros panameños, es mantener su competitividad en una economía globalizada. Para alcanzar esta meta todos los actores de la cadena agroalimentaria del arroz deben trabajar como un equipo por el bienestar de este agronegocio. Es necesario implementar las políticas gubernamentales de incentivos que ya existen para incrementar los niveles de producción y productividad, como adecuados sistemas de asesoramiento y/o difusión de tecnologías dirigidos a extensionistas y productores; con sistemas eficientes de prácticas de manejo agronómico (secano y riego), comercialización y manejo de la pre y post cosecha de la producción.

CARACTERÍSTICAS Y MANEJO DE LAS VARIEDADES COMERCIALES DE ARROZ DEL IDIAP

VARIEDAD DE CICLO INTERMEDIO: IDIAP 38

Origen

La variedad de arroz IDIAP 38 se deriva de la línea CT8008-16-3-1P-M introducida a Panamá en 1993, a través del Vivero de Arroz de Centroamérica (VIARC), como resultados del cruzamiento CT8008 hecho en CIAT en 1996.

PROGENITORES

Femenino: CT7347

Masculino: IR21015-72-3-3-3-1

Descripción de la variedad

El IDIAP 38, es una variedad de ciclo intermedio, de aproximadamente 120 días. La floración se presenta entre 82 y 85 días después de la siembra (dds). Es semienana, pues su altura oscila entre 81 y 103 cm. Las panículas son semicompactas, con tolerancia intermedia al desgrane. El grano es delgado y largo; en cáscara su longitud varía entre 9.0 y 11.0 mm, y su ancho entre 2.0 y 3.0 mm. Su longitud descascarado, se sitúa entre 7.0 y 8.0 mm y su ancho entre 1.5 y 2.0 mm. El peso promedio de 1000 granos con cáscara es de 27.7 gramos.

Fenología de la planta

En el Cuadro 2, se presenta los promedios (Prom) y las desviaciones con respecto a este valor, representados por el límite inferior (LI) y el límite superior (LS) para cada etapa de crecimiento. Los datos obtenidos bajo el sistema de producción con riego en donde la variedad IDIAP 38, alcanza en promedio el máximo macollamiento a los 44 días, sin embargo, es posible que bajo condiciones ideales de manejo del cultivo, riego adecuado y condiciones ambientales óptimas de luminosidad y temperatura, la variedad pueda alcanzar su máximo macollamiento a los 34 días, el cual corresponde al límite inferior (LI). En situaciones que pudieran presentarse problemas con el riego, muchos días nublados y temperatura inferior a 25°C, el máximo macollamiento podría prolongarse hasta los 54 dds, el cual representa el límite superior.

CUADRO 2. ESTIMACIÓN DE LA OCURRENCIA DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS EN LA VARIEDAD IDIAP 38, DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA (dds).

Sistema	Máximo macollamiento			Inicio de primordio floral			Floración			Maduración		
	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS
Riego	34	44	54	47	54	61	78	85	92	108	115	122
Secano	40	52	64	55	64	70	86	94	101	116	124	131

Reacción a las principales enfermedades

Los resultados de los ensayos de rendimiento y pruebas regionales, conducidas en diferentes zonas agroecológicas de Panamá y bajo condiciones de secano favorecido y riego, revelaron que la variedad IDIAP 38, presentó tolerancia a las principales enfermedades. Es moderadamente resistente a Piricularia al follaje y cuello, pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae* o *Acrocyllindrium oryzae*), escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*), añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), helmintosporiosis (*Helminthosporium oryzae*) y a la bacteriosis. Sin embargo, presentó susceptibilidad al manchado de grano (Cuadro 3).

CUADRO 3. REACCIÓN A ENFERMEDADES Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD IDIAP 38.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	SECANO					RIEGO				
	2001	2002	2003	2004	2005	2001	2002	2003	2004	2005
Acame ¹	2	4	1	1	3	2	1	1	1	1
Floración (dds)	90	92	90	95	89	85	81	89	82	83
Altura planta (cm)	92	83	86	85	87	101	95	93	102	88
Piricularia follaje ¹	2	3	3	4	3	2	2	2	3	2
Piricularia cuello ¹	2	3	3	4	3	2	2	2	4	2
Escaldado de la hoja ¹	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2
Helmintosporiosis ¹	3	3	3	4	4	2	2	3	3	4
Pudrición de la vaina ¹	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2
Añublo de la vaina ¹	3	2	2	4	3	2	2	3	4	2
Manchado de grano ¹	3	4	4	5	4	2	2	3	6	4
Bacteriosis ¹	3	3	2	3	3	1	1	2	3	3
Rendimiento (t/ha)	4.6	2.9	3.7	2.5	3.0	6.0	6.2	4.2	4.8	5.1
Rendimiento grano húmedo (qq/ha)	128	82	102	67	83	165	172	117	132	140
Rendimiento grano seco (qq/ha)	102	65	82	54	67	132	137	93	106	112

¹Escala de evaluación de 1 a 9, donde: 1-2 resistente; 3-4 moderadamente resistente; 5-9 susceptible

Reacción al complejo ácaro-hongo

Los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas con esta variedad desde el 2004, han evidenciado un menor grado de susceptibilidad al complejo ácaro-hongo. Por este comportamiento esta variedad es utilizada como modelo para los estudios del ácaro spinki.

Rendimiento de grano

Los ensayos de rendimiento realizados en diferentes localidades del País, bajo condiciones de secano y riego, durante cinco años consecutivos, Cuadro 3, mostraron que en secano la producción fluctuó entre 54 y 102 qq/ha de arroz en cáscara al 14% de humedad y libre de impurezas. En condiciones de riego, durante los años 2001–2005, el comportamiento fue sobresaliente, situándose siempre por encima de la media del experimento, fluctuando entre

93 y 137 qq/ha con lo cual, quedó evidenciado el potencial de rendimiento. En las áreas de secano, se obtuvo un rendimiento por debajo del óptimo, debido a las condiciones ambientales prevaletientes, como períodos prolongados de sequía, especialmente en las etapas de floración y maduración, las cuales redujeron la producción. Estos datos indicaron que la variedad IDIAP 38 está adaptada a condiciones de riego y secano favorecido, sin sequías prolongadas, como ocurre en Coclé. Lo importante es que durante todos los años de evaluación (1997 a 2005), IDIAP 38, mostró buena estabilidad en rendimiento de grano.

Rendimiento de molinería y calidad culinaria

La calidad industrial (molinería) y culinaria (Cuadro 4), es decisiva para la comercialización y la variedad IDIAP 38, presentó buen porcentaje de rendimiento total y de granos enteros, comparable a los valores de la variedad Oryzica 1. La cosecha de arroz proveniente del sistema de producción en condiciones de secano, reveló que el rendimiento total de molinería fluctuó entre 62 y 68%; el de granos enteros entre 40 y 52%. Para condiciones bajo riego, se observó que la calidad mejoró, obteniéndose un rendimiento total de molinería que osciló entre 65 y 69%; con una proporción de granos enteros entre 52 y 58%. En ambos sistemas productivos se observó una buena estabilidad en la calidad del grano a excepción del 2004 cuando la calidad fue afectada por el complejo ácaro-hongo.

Los valores presentados cumplen con las normas de COPANIT, lo cual es confirmado con la presencia de un grano largo y delgado, con algo de centro blanco que bajo el sistema de producción con riego varía de 1.4 a 2.4 y en secano de 1.7 a 4.0. Los valores de digestión alcalina mayores de 5.0, indicaron que después de cocido el grano conserva su suavidad y al enfriarse permanece suelto, tal como prefiere el consumidor panameño.

CUADRO 4. COMPORTAMIENTO DE MOLINERÍA Y CULINARIO DE LA VARIEDAD IDIAP 38.

Parámetros de calidad de calidad de grano	SECANO					RIEGO				
	2001	2002	2003	2004	2005	2001	2002	2003	2004	2005
Rendimiento total (%)	67	65	68	63	62	68	69	68	69	65
Granos enteros (%)	51	50	52	40	45	58	58	52	57	52
Centro blanco ¹	1.7	3.6	3.3	4.0	2.3	1.5	1.7	2.4	2.1	1.4
Grano tiza (%)	1.4					1.0				
Digestión alcalina ²		5.2					5.8			

¹ Escala de 1 a 5: 1 = grano translúcido y 5 = grano yesoso.

² Escala de 1 a 7: seleccionamos materiales con valores de 4 a más.

VARIEDAD DE CICLO PRECOZ: IDIAP 145-05

Origen

La variedad de arroz IDIAP 145-05, corresponde al pedigree FL00144-1P-5-13P. Esta línea fue introducida al país en 1998 en el Vivero del Fondo Latinoamericano y del Caribe para Arroz de Riego (FLAR 1998B) en generación F₄. Fue evaluada y seleccionada durante varios ciclos hasta los ensayos avanzados que establece el IDIAP a nivel nacional como lo son: el VIOIDIAP F₈, los ensayos de rendimiento y las pruebas regionales.

PROGENITORES

Femenino CT 8008-16-31-3P-M//CT9682-2-M-14-1-M-1-3P-M-1

Masculino CT 11008-12-3-1M-4P-4

Descripción de la variedad

La variedad IDIAP 145-05 se caracteriza por ser de ciclo vegetativo precoz de 101 a 115 días desde la siembra hasta la cosecha. Presentó un buen vigor inicial, porte semienano y altura que osciló entre 87 y 117 cm. La planta presentó tallos fuertes y flexibles que proporcionaron resistencia al acame y un macollamiento que varió de bueno a mediano. Sus nudos, entrenudos y tallos son de color verde, y las hojas son erectas, pubescentes y de color verde. Las panículas son semicompactas y con desgrane que varió de difícil a moderadamente difícil. La exención predominante de la panícula varió de moderadamente emergida a bien emergida. El grano en cáscara es pubescente, largo y delgado, cuya longitud varía entre 8 y 11 mm y su ancho entre 2 y 3 mm. Una vez descascarado, la longitud varía entre 5 y 8 mm con un ancho entre 2 y 3 mm, presentando arista corta y el peso promedio de 1000 granos con cáscara fue de 25.0 gramos.

Fenología de la planta

En el Cuadro 5, se presenta los promedios (Prom) y las desviaciones con respecto a este valor, representados por el límite inferior (LI) y el límite superior (LS) para cada etapa de crecimiento. Los datos obtenidos bajo el sistema de producción con riego en donde la variedad IDIAP 145-05, alcanzó en promedio el máximo macollamiento a los 41 días. Sin embargo, es posible que bajo condiciones ideales de manejo del cultivo, riego adecuado y condiciones ambientales óptimas de luminosidad y temperatura, la variedad pueda alcanzar su máximo macollamiento a los 34 días, el cual corresponde al límite inferior. En situaciones en la que pudieran presentarse problemas con el riego, muchos días nublados y temperaturas inferiores a 25°C, el máximo macollamiento podría prolongarse hasta los 48 días después de siembra, el cual representa el límite superior.

CUADRO 5. ESTIMACIÓN DE LA OCURRENCIA DE LAS ETAPAS FENOLOGICAS EN LA VARIEDAD IDIAP 145-05. DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA (dds).

Sistema	Máximo macollamiento			Inicio de primordio floral			Floración			Maduración		
	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS
Riego	34	41	48	40	48	54	71	78	85	101	108	115
Secano	37	37	53	42	53	61	73	83	92	103	113	122

Reacción a las principales enfermedades

Los resultados de las evaluaciones efectuadas en las diferentes etapas de selección que incluyeron desde el vivero de observación (F_4), ensayos de rendimiento y las pruebas regionales, conducidas en diferentes zonas agroecológicas de Panamá y bajo condiciones de secano favorecido y riego, revelaron que la variedad IDIAP 145-05, presentó tolerancia a las principales enfermedades. Es moderadamente resistente a piricularia al follaje y cuello, pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae* o *Acrocyndrium oryzae*); escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*); añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y al manchado del grano. Por otro lado, se observó baja incidencia de helmintosporiosis (*Helminthosporium oryzae*), mancha lineal (*Cercospora oryzae*) y a la bacteriosis (Cuadro 6).

CUADRO 6. REACCIÓN A ENFERMEDADES Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD IDIAP 145-05.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	SECANO			RIEGO			
	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004
Acame ¹	3	4	1	4	1	1	1
Floración (dds)	81	85	87	77	73	81	80
Altura planta (cm)	86	83	90	101	98	99	107
Piricularia follaje ¹	3	3	3	2	2	2	3
Piricularia cuello ¹	3	2	3	2	2	2	3
Escaldado de la hoja ¹	4	3	3	2	2	3	3
Helminthosporiosis ¹	3	3	3	2	2	3	3
Pudrición de la vaina ¹	2	2	4	2	2	2	3
Añublo de la vaina ¹	3	3	2	2	2	3	3
Manchado del grano ¹	2	3	3	3	2	3	4
Bacteriosis ¹	2	2	3	2	1	2	3
Rendimiento (t/ha)	3.8	3.9	3.6	5.5	5.6	4.8	5.1
Rendimiento grano húmedo (qq/ha)	105	108	100	151	154	133	140
Rendimiento grano seco (qq/ha)	84	86	80	121	123	106	112

¹Escala de evaluación de 1 a 9: 1-2 resistente; 3-4 moderadamente resistente; 5-9 susceptible.
dds - días después de la siembra.

Reacción al complejo ácaro-hongo

Los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas con esta variedad han evidenciado un menor grado de susceptibilidad al complejo ácaro-hongo que en la mayoría de las variedades comerciales, lo cual se confirma con los menores porcentajes obtenidos de granos vanos y granos tiza.

Rendimiento de grano

Las evaluaciones de rendimiento realizados en diferentes localidades del país, bajo condiciones de secano y riego, durante cuatro años consecutivos, Cuadro 6, mostraron que en secano la producción fluctuó entre 80 y 86 qq/ha de arroz en cáscara al 14% de humedad y libre de impurezas. Por el contrario, bajo condiciones de riego, durante los años de 2001 a 2004 y en localidades representativas de producción de arroz, el comportamiento fue sobresaliente, situándose siempre por encima de la media del experimento, fluctuando entre 106 y 123 qq/ha, con lo cual, quedó evidenciado el potencial de rendimiento. En las áreas de secano, el rendimiento obtenido fue por debajo del óptimo, debido a las condiciones ambientales prevalecientes, como períodos prolongados de sequía, especialmente en las etapas de floración y maduración, las cuales redujeron la producción. Estos datos indicaron que la variedad IDIAP 145-05 está adaptada a condiciones de riego y secano favorecido, sin sequías prolongadas, como ocurre en Coclé. Lo importante es que durante todos los años de evaluación, IDIAP 145-05, mostró buena estabilidad en rendimiento de grano.

Rendimiento de molinería y calidad culinaria

La calidad industrial (molinera) y culinaria (Cuadro 7), es decisiva para la comercialización y la variedad IDIAP 145-05, presentó muy buenos porcentajes de rendimiento total y granos enteros, comparables a los valores de la variedad Oryzica 1. La cosecha de arroz proveniente de sistema de producción en condiciones de secano, reveló que el rendimiento total de molinería fluctuó de 67 y 69% y el de granos enteros entre 50 y 58%, y para condiciones bajo riego, se observó que la calidad mejoró, obteniéndose un rendimiento total de molinería que osciló entre 67 y 70% y con una proporción de granos enteros entre 56 y 61%. En ambos sistemas productivos se observó una buena estabilidad en la calidad del grano. Los valores que presentó cumplen con las normas de COPANIT, lo cual es

confirmado con la presencia de un grano largo y delgado, con algo de centro blanco, que bajo el sistema de producción con riego, varía de 1.5 a 2.4 y en seco de 2.0 a 2.9. Los valores de digestión alcalina de 4.3 a más, indicaron que después de cocido el grano conserva su suavidad y al enfriarse permanece suelto, tal como prefiere el consumidor panameño.

CUADRO 7. COMPORTAMIENTO DE MOLINERÍA Y CULINARIO DE LA VARIEDAD IDIAP 145-05.

Parámetros de calidad de grano	SECANO			RIEGO			
	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004
Rendimiento total (%)	69.0	69.0	67.0	69.0	67.0	69.0	70.0
Granos enteros (%)	57.0	58.0	50.0	58.0	57.0	61.0	56.0
Centro blanco ¹	2.0	2.3	2.9	1.5	1.5	2.0	2.4
Digestión alcalina ²	5.2	5.2			5.0	4.3	

¹Escala de 1 a 5: 1= grano translúcido; 5= grano yesoso.

²Escala de 1 a 7: Seleccionamos materiales con valores de 4 a más.

VARIEDAD DE CICLO PRECOZ: IDIAP 54-05

Origen

La variedad de arroz IDIAP 54-05, corresponde al pedigree FL00447-32P-3-1P-M. Esta línea fue introducida al país en el 2000 en el Vivero del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (VIOFLAR 2000) en generación F5. Fue evaluada y seleccionada durante varios ciclos dentro del sistema de evaluación de cultivares del IDIAP, a nivel nacional que comprende los siguientes ensayos de valor agronómico: el VIOIDIAP F8, los ensayos de rendimiento y las pruebas regionales bajo condiciones de riego y seco.

DESIGNACIÓN/CRUCE

CT9682-2-M-14-1-M-1-3P-M-1/CT10825-1-2-1-3-M//CT8222-7-2P-1X

Descripción de la variedad

La variedad IDIAP 54-05 se caracteriza por ser de ciclo vegetativo precoz de 102 a 116 días desde la siembra hasta la cosecha, bajo condiciones de riego entre 107 y 126 días después de la siembra (dds) en condiciones de seco. Presentó un buen vigor inicial, porte semienano y altura que osciló entre 81 y 117 cm. La planta presentó tallos relativamente fuertes y flexibles que proporciona resistencia moderada al acame y un macollamiento que varió de pobre a mediano. Sus nudos, entrenudos y tallos son de color verde y las hojas variaron de semiabiertas a erectas, ligeramente pubescentes y de color verde. Las panículas son intermedias y semicompactas y con desgrane que varía de difícil a moderadamente difícil a intermedio. La exéresis predominante de la panícula varió de moderadamente emergida a bien emergida. Las panículas presentaron entre 140 a 290 granos. El grano en cáscara es pubescente, largo y delgado, cuya longitud varió entre 8 y 10 mm y su ancho entre 2 y 3 mm. Una vez descascarado la longitud varió entre 5 y 8 mm con un ancho entre 2 y 3 mm.

Fenología de la planta

En el Cuadro 8, se presenta los promedios (Prom) y las desviaciones con respecto a este valor, representados por el límite inferior (LI) y el límite superior (LS) para cada etapa de crecimiento. Los datos obtenidos bajo el sistema de producción con riego en donde la variedad IDIAP 54-05, alcanzó en promedio el máximo macollamiento a los 41 días. Sin embargo, es posible que bajo condiciones ideales de manejo del cultivo, riego adecuado y condiciones

ambientales óptimas de luminosidad y temperatura, la variedad pueda alcanzar su máximo macollamiento a los 34 días, el cual corresponde al límite inferior. En situaciones en la que pudieran presentarse problemas con el riego, muchos días nublados y temperaturas inferiores a 25°C, el máximo macollamiento podría prolongarse hasta los 48 dds, el cual representa el límite superior.

CUADRO 8. ESTIMACIÓN DE LA OCURRENCIA DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS EN LA VARIEDAD IDIAP 54-05. DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA (dds).

Sistema	Máximo macollamiento			Inicio de primordio floral			Floración			Maduración		
	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS
Riego	34	41	48	41	48	55	72	79	86	102	109	116
Secano	41	49	57	46	57	65	77	87	96	107	117	126

Reacción a las principales enfermedades

Los resultados de las evaluaciones efectuadas en las diferentes etapas de selección que incluyeron desde el vivero de observación (F_5), ensayos de rendimiento y las pruebas regionales, conducidas en diferentes zonas agroecológicas de Panamá y bajo condiciones de secano, secano favorecido y riego, revelaron que la nueva variedad IDIAP 54-05, presentó tolerancia a las principales enfermedades. Es moderadamente resistente a piricularia en el follaje y cuello; a la pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae* o *Acrocyndrium oryzae*); al escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*); añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y a la bacteriosis. En algunos años fue moderadamente susceptible al manchado del grano. Por otro lado, se observó baja incidencia de helmintosporiosis (*Helminthosporium oryzae*) y mancha lineal (*Cercospora oryzae*) (Cuadro 9).

CUADRO 9. REACCIÓN A ENFERMEDADES Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD IDIAP 54-05.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	Sistema Secano *				Sistema Riego			
	2002 (11 loc)	2003 (9 loc)	2004 (9 loc)	2005 (10 loc)	2002 (6 loc)	2003 (5 loc)	2004 (2 loc)	2005 (5 loc)
Acame ¹	2	1	1	1	1	1	1	1
Floración (DDS)	88	89	86	79	77	84	70	75
Altura planta (cm)	87	81	87	85	100	103	101	93
Piricularia follaje ¹	2	2.0	2.0	2	1.0	1.3	3.5	2.0
Piricularia cuello ¹	2	1.5	2.0	2	1.0	1.7	3.5	2.0
Escaldado de la hoja	3	2.1	2.5	2	2.0	2.0	3.7	2.0
Helmintosporiosis ¹	2	2.2	2.6	2	2.0	2.2	2.8	4.0
Pudrición de la vaina ¹	2	2.5	2.1	2	2	2.9	2.7	3.0
Añublo de la vaina ¹	2	2.2	4.4	3	1	2.3	3.0	3.0
Manchado del grano ¹	3	3.4	4.4	4	2	3.0	5.0	3.0
Bacteriosis ¹	2	1.9	3	2	1	3.0	3.0	3.0
Rendimiento (t/ha)	3.289	3.823	2.77	3.313	5.732	4.843	4.479	4.674
Rendimiento grano húmedo (qq/ha)	90.5	105.1	76.4	91.1	157.6	133.1	123.1	128.5
Rendimiento grano seco (qq/ha)	72.4	84.1	61.1	72.9	126.1	106.5	98.5	102.8

¹Escala de evaluación del 1 al 9: 1 - 2 resistente; 3 - 4 moderadamente resistente; 5 - 9 susceptible.

*Incluye ambientes de secano y secano favorecido.

Reacción al complejo ácaro-hongo

Los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas con esta variedad han evidenciado un menor grado de susceptibilidad al complejo ácaro-hongo que en la mayoría de las variedades comerciales, lo cual se confirma al presentar menores porcentajes de granos vanos y de granos tizas o sin completar su llenado normal.

Rendimiento de grano

Los ensayos de rendimiento realizados en diferentes localidades del país, bajo condiciones de secano y riego, durante cuatro años consecutivos, Cuadro 9, mostraron que en secano la producción fluctuó entre 2.8 y 3.8 t/ha de arroz en cáscara al 14% de humedad y libre de impurezas. Por el contrario, bajo condiciones de riego, el comportamiento fue sobresaliente, situándose por encima de la media del experimento, fluctuando entre 4.5 y 5.7 t/ha, evidenciando así el potencial de rendimiento. El rendimiento obtenido en las áreas de secano, fue por debajo del óptimo debido a las condiciones ambientales prevalecientes, como períodos prolongados de sequía, especialmente en las etapas de floración y maduración, las cuales provocaron reducciones significativas en la producción. Estos datos indicaron que la variedad IDIAP 54-05 está adaptada a condiciones de riego y secano favorecido, sin sequías prolongadas, como ocurre en Coclé. Es importante destacar que durante todos los años de evaluación, IDIAP 54-05, mostró buena estabilidad en rendimiento de grano. Las evaluaciones de rendimiento del grano y el comportamiento agronómico de esta variedad, fueron efectuadas sin la utilización de agroquímicos para el control de enfermedades e insectos.

Rendimiento de molinería y calidad culinaria

La calidad industrial (molinera) y culinaria (Cuadro 10), es decisiva para fines de comercialización y la variedad IDIAP 54-05, presenta muy buenos porcentajes de rendimiento total y de granos enteros, comparables a los valores de la variedad Oryzica 1. La cosecha de arroz proveniente de sistemas de producción en condiciones de secano, reveló que el rendimiento total de molinería fluctuó entre 65.6 y 69.7% y de granos enteros entre 51.2 y 58.9%, y para condiciones bajo riego, se observó que la calidad mejoró, obteniéndose un rendimiento total de molinería que osciló entre 68.1 y 70.6%, con una proporción de granos enteros entre 55.2 y 61.1%. En ambos sistemas productivos fue observada una buena estabilidad en la calidad del grano. Los valores presentados cumplen con las normas de COPANIT, lo cual es confirmado con la presencia de un grano largo y delgado, con algo de centro blanco, que bajo el sistema de producción con riego, varió de 2.0 a 2.1 y en secano de 2.0 a 2.7. Los valores de digestión alcalina de 4.3 a más, indicaron que después de cocido el grano conserva su suavidad y al enfriarse permanece suelto, tal como prefiere el consumidor panameño.

CUADRO 10. COMPORTAMIENTO DE MOLINERÍA Y CULINARIO DE LA VARIEDAD IDIAP 54-05.

Parámetros de calidad de de grano	Sistema secano				Sistema riego			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
Rendimiento total (%)	67.5	69.7	66.8	65.6	70.2	69.3	70.6	68.1
Granos enteros (%)	51.2	58.9	52.9	53.4	61.1	59.7	55.2	60.0
Centro blanco ¹	2.7	2.2	2.5	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0
Digestión alcalina ²	6.8	7.0			7.0			

¹Escala de 1 a 5: 1= grano translúcido; 5= grano yesoso.

²Escala de 1 a 7: Seleccionamos materiales con valores de 4 a más.

VARIEDAD DE CICLO INTERMEDIO: IDIAP 52-05

Origen

La variedad de arroz IDIAP 52-05, fue seleccionada e introducida al país en 1998, en el vivero de observación de generaciones avanzadas procedente del Centro Internacional de Agricultura Tropical. Fue evaluada y seleccionada durante varios ciclos dentro del sistema nacional de evaluación de cultivares del IDIAP, que comprende las siguientes etapas: El vivero de observación F₈ (VIOIDIAP F₈), los ensayos de rendimiento y las pruebas regionales, para determinar su valor agronómico, industrial y culinario, bajo los sistemas productivos de riego y secano favorecido.

DESIGNACIÓN/CRUCE

C 82-148-19-5-1-PM-M-M-M-M
GRIJALVA A 71*3/TETEP

Descripción de la variedad

La variedad IDIAP 52-05 es de ciclo vegetativo intermedio, de 112 a 122 días desde la siembra hasta la cosecha, bajo condiciones de riego y de 116 a 124 días después de la siembra (dds) en condiciones de secano. Presentó buen vigor inicial, porte semienano, con altura que oscila entre 85 y 110 cm. La planta tiene tallos fuertes y flexibles que proporcionan resistencia moderada al acame y un macollamiento que varió de mediano a bueno (8-28 hijos). Los nudos, entrenudos y tallos son de color verde y las hojas variaron de semiabiertas a erectas, ligeramente pubescentes, de color verde. Las panículas son semicompactas, con desgrane que varió de moderadamente difícil a difícil. La exercción de la panícula varió de moderadamente emergida a bien emergida. El grano en cáscara es pubescente, largo y delgado, cuya longitud varió entre 9 y 11 mm y su ancho entre 2 y 3 mm. Una vez descascarado, la longitud varió entre 5 y 8 mm con un ancho entre 2 y 3 mm.

Fenología de la planta

El Cuadro 11 presenta los promedios (Prom) y las desviaciones con respecto a este valor, representados por el límite inferior (LI) y el límite superior (LS) para cada etapa de crecimiento. Los datos obtenidos bajo el sistema de producción con riego indican que la variedad IDIAP 52-05, alcanza en promedio el máximo macollamiento a los 41 días. Sin embargo, es posible que bajo condiciones ideales de manejo del cultivo, riego adecuado y condiciones ambientales óptimas de luminosidad y temperatura, la variedad pueda alcanzar su máximo macollamiento a los 31 días, el cual corresponde al límite inferior. En situaciones en la que pudieran presentarse problemas con el riego, muchos días nublados y temperaturas inferiores a 25°C, el máximo macollamiento podría prolongarse hasta los 51 dds, el cual representa el límite superior.

CUADRO 11. ESTIMACIÓN DE LA OCURRENCIA DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS EN LA VARIEDAD IDIAP 52-05. DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA (dds).

Sistema	Máximo macollamiento			Inicio de primordio floral			Floración			Maduración		
	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS
Riego	31	41	51	42	51	61	73	82	92	103	112	122
Secano	40	48	56	46	56	63	77	86	94	107	116	124

LI: Límite inferior; LS: Límite superior

Reacción a las principales enfermedades

Durante las evaluaciones realizadas a esta nueva variedad, se omitieron los controles de enfermedades y plagas, para evaluar la tolerancia genética a estos estreses bióticos. Los resultados de las evaluaciones efectuadas en las diferentes etapas de selección, conducidas en diferentes zonas agroecológicas de Panamá y bajo condiciones de secano favorecido y riego, revelaron que la variedad IDIAP 52-05, es moderadamente resistente a piricularia al follaje y cuello, a la pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), al escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*), añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*). En algunos años fue susceptible al manchado del grano y al complejo bacterial. Por otro lado, se observó baja incidencia de helmintosporiosis (*Helminthosporium oryzae*) (Cuadro 12)

CUADRO 12. REACCIÓN A ENFERMEDADES Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD IDIAP 52-05.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	Sistema Secano*				Sistema Riego			
	2004 (11 loc)	2005 (9 loc)	2006 (9 loc)	2007 (9 loc)	2001 (6 loc)	2003 (5 loc)	2004 (2 loc)	2005 (5 loc)
Acame ¹	1	1	1	1	2	2.9	2	1
Floración (dds)	85	88	87	86	81	83	80	82
Altura planta (cm)	92	93	85	88	109	98	108	91
Piricularia follaje ¹	3	3	3	3	1	2	3	3
Piricularia cuello ¹	3	3	3	2	2	3	4	3
Escaldado de la hoja ¹	3	3	3	2	2	3	3	2
Helmintosporiosis ¹	3	3	5	4	1	3	2	4
Pudrición de la vaina ¹	3	3	3	2	2	3	3	3
Añublo de la vaina ¹	2	4	3	2	2	4	4	3
Manchado del grano ¹	4	5	4	4	3	2	6	4
Bacteriosis ¹	2	3	3	3	2	7	3	3
Rendimiento (t/ha)	4.068	2.635	3.074	3.364	5.333	4.201	5.604	4.609
Rendimiento grano húmedo (qq/ha)	111	73	85	93	146	115	154	126
Rendimiento grano seco (qq/ha)	89	58	68	74	117	92	123	101

¹Escala de evaluación de 1 a 9: 1 - 2 resistente; 3 - 4 moderadamente resistente; 5 - 9 susceptible.

*Incluye ambientes de secano y secano favorecido.

Reacción al complejo ácaro-hongo

Los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas con esta variedad, han evidenciado un menor grado de susceptibilidad al complejo ácaro-hongo que la mayoría de las variedades comerciales, lo cual se confirma al presentar menores porcentajes de granos vanos y granos tizas. Además, las poblaciones de ácaros tienden a disminuir naturalmente en la etapa de floración, debido a una característica varietal.

Rendimiento de grano

Los ensayos de rendimiento realizados en diferentes localidades del país, bajo condiciones de secano y riego, durante cuatro años consecutivos (Cuadro 13), mostraron que en secano el rendimiento fluctuó entre 58 y 89 qq/ha de arroz en cáscara al 14% de humedad y libre de impurezas. Por el contrario, bajo condiciones de riego, el rendimiento fue sobresaliente, situándose siempre por encima de la media del experimento, fluctuando entre 92 y 123 qq/ha. El rendimiento obtenido en el sistema de secano, fue por debajo del óptimo, debido a las condiciones ambientales prevalecientes, como períodos prolongados de sequía, especialmente en las etapas de floración y maduración, las cuales provocaron reducciones significativas en los rendimientos.

Estos datos indican que la variedad IDIAP 52-05, responde satisfactoriamente a condiciones de riego y secano favorecido, sin sequías prolongadas, como ocurre en algunas localidades de Coclé. Es importante destacar que durante todos los años de evaluación, IDIAP 52-05, mostró buena estabilidad en rendimiento de grano.

Rendimiento de molinería y calidad culinaria

La calidad industrial (molinería) y culinaria (Cuadro 13), es decisiva para fines de comercialización. La nueva variedad IDIAP 52-05, presentó porcentajes de rendimiento total y de granos enteros, aceptables y comparables a los valores de la variedad Oryzica 1 (testigo para calidad de grano). La cosecha de arroz proveniente del sistema de producción en condiciones de secano, reveló que el rendimiento total de molinería fluctuó entre 66 y 68%, y de granos enteros entre 49 y 53%. El rendimiento de molinería bajo las condiciones de riego registró un rendimiento total que osciló entre 66 y 69%, con una proporción de granos enteros entre 52 y 55%. En ambos sistemas productivos fue observada una buena estabilidad en la calidad del grano. Los valores presentados cumplen con las normas de COPANIT, con una longitud y ancho de grano de 9 a 11 mm y de 2 a 3 mm, respectivamente. La incidencia de centro blanco presentó valores de 1.8 a 2.9 en el sistema de producción de secano y con riego de 1.4 a 2.4. Los valores de digestión alcalina de 6.4 a 5.0, respectivamente para secano y riego, indicando que después de cocido el grano, conserva su suavidad y al enfriarse permanece suelto, de acuerdo al gusto del consumidor panameño.

CUADRO 13. CALIDAD INDUSTRIAL Y CULINARIA DE LA VARIEDAD IDIAP 52-05.

Parámetros de calidad de grano	Sistema secano					Sistema riego				
	2003	2005	2006	2007	Promedio	2003	2005	2006	2007	Promedio
Rendimiento total (%)	67	68	68	66	67	66	67	69	68	68
Granos enteros (%)	49	50	53	51	51	54	52	55	54	54
Centro blanco ¹	2.9	2.8	1.9	1.8	2	2.1	2.4	2.0	1.4	2
Digestión alcalina ²	6.4					5.0				

¹ Escala de 1 a 5: 1= grano translúcido; 5= grano yesoso.

² Escala de 1 a 7: Seleccionamos materiales con valores de 4 a más.

VARIEDAD DE CICLO PRECOZ: IDIAP FL 137-11

Origen

La variedad de arroz IDIAP FL 137-11, corresponde al pedigree FL07321-3P-4-3P-1P-M. Esta línea fue introducida al país en el 2008 en el vivero del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (VIOFLAR 2008), en generación F6. Fue evaluada y seleccionada durante varios ciclos dentro del sistema de evaluación de cultivares del IDIAP a nivel nacional, que comprende los siguientes ensayos de valor agronómico: VIOIDIAP F₈, Ensayos de rendimiento y las Pruebas Regionales bajo condiciones de Riego y Secano.

DESIGNACIÓN/CRUCE

SCH98-268-1-1-8-2P-2P-1P-1P/FL001028-8P-3-2P-1P-M-8X-1P-1P-PAN1//FL03174-8P-7-2P-2P-M

Descripción de la variedad

La variedad IDIAP FL 137-11, se caracteriza por ser de ciclo vegetativo precoz-intermedio, de 107 a 129 días después de la siembra (dds) en condiciones de secano y de 108 a 114 dds en condiciones de riego. Presentó un buen vigor inicial, porte semienano y una altura que oscila entre 83 y 114 cm. La planta presentó tallos relativamente fuertes y

flexibles que le proporcionan resistencia moderada al acame, un macollamiento que va de mediano a bueno. Sus nudos, entrenudos y tallos son de color verde, las hojas variaron de intermedias a semiabiertas, ligeramente pubescentes de color verde. Las panículas son semicompactas, con una longitud entre 22 y 30 cm y presentaron un desgrane difícil. La ejerción de la panícula es moderadamente emergida. El grano en cáscara carece de arista, es pubescente, largo y delgado, cuya longitud varió entre 8 y 11 mm y ancho entre 2 y 3 mm.

Fenología de la planta

El conocimiento de la fenología de la planta es de suma importancia para la realización de las principales labores del cultivo, esta es afectada por diversos factores agronómicos y ambientales, como el riego, temperatura y luminosidad entre otros, los cuales pueden alargar o acortar su duración.

- Máximo macollamiento (MM)
Esta variedad puede alcanzar el MM entre 34 y 48 dds en los sistemas de riego y entre 41 y 57 dds en seco.
- Inicio de primordio floral (IP)
El IP en esta variedad sucede entre 41 y 55 dds en sistemas de riego y entre 46 y 65 dds en seco.
- Floración
La floración ocurre entre 78 y 84 dds para los sistemas de riego y entre 83 y 99 dds en seco.
- Maduración
La maduración llega entre 108 y 114 dds para los sistemas de riego y entre 107 y 129 dds en seco.

Reacción a las principales enfermedades

Los resultados de las evaluaciones efectuadas, incluyen las selecciones realizadas desde la etapa de viveros de observación (F₉), ensayos de rendimiento y pruebas regionales realizadas en las distintas zonas agroecológicas con vocación arrocera, tanto en los sistemas de riego como los de seco. La variedad IDIAP FL 137-11, es tolerante a las principales enfermedades de importancia en el cultivo de arroz en Panamá. Presentó una resistencia moderada a la piricularia al follaje y al cuello, a la pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), al añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), al escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*), helmintosporiosis (*Helminthosporium oryzae*), mancha lineal (*Cercospora oryzae*) y a la bacteriosis. En algunos años de evaluación, fue moderadamente susceptible al complejo de manchado de grano (Cuadro 14).

CUADRO 14. REACCIÓN A ENFERMEDADES Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD IDIAP FL 137-11.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	SECANO			RIEGO		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Acame						
Piricularia follaje	2.1			1.2		
Piricularia cuello						
Escaldado		2.3				
Helminthosporiosis	2.3			1.9		
Sarocladium	2.1	1.4		1.6		
Rhizoctonia	1.7	1.5				
Manchado de grano	3.3	3.1		2.5		
Bacteriosis		2.2		2.3		
Rendimiento (t/ha)	2.753	4.134		3.590		

Escala de evaluación de 1 a 9: 1 - 2 resistente; 3 - 4 moderadamente resistente; 5 - 9 susceptible.

Reacción al complejo ácaro- hongo-bacteria

Los resultados obtenidos en esta variedad, evidenciaron un menor grado de susceptibilidad a los daños del complejo al presentar bajas poblaciones del ácaro *S. pinki* en la fase de floración, abundancia de ácaros depredadores y menores porcentajes de granos tiza y granos vanos.

Rendimiento de grano

Los resultados de rendimiento, son producto de los distintos ensayos realizados en todo el país, en secano y riego, por tres años consecutivos (2009-2011), sin el control de ninguna enfermedad, por lo tanto expresa su comportamiento genético. En condiciones de secano, la producción fluctuó entre 86 y 90 qq/ha de arroz en cáscara limpio y seco (14% humedad), mientras que para riego, alcanzó una producción entre 84 y 95 qq/ha. IDIAP FL 137-11, siempre se mantuvo con un rendimiento por encima de la media general en las evaluaciones, destacándose sobre las variedades comerciales actuales (IDIAP 145-05 e IDIAP 54-05). Esta variedad se comportó bien en todos los años de evaluación, demostrando su buena estabilidad y una adaptabilidad amplia en todas las zonas arroceras del país.

Rendimiento de molinería y calidad culinaria

La calidad industrial y culinaria, es decisiva para fines de comercialización. IDIAP FL 137-11, presentó muy buenos porcentajes de rendimiento total de molinería (RT), granos enteros (GE) y centro blanco (CB), comparables con la variedad Oryzica 1. En condiciones de secano, esta variedad alcanzó valores de 62 a 66% en RT y de 42 a 53% en GE. En condiciones de riego, IDIAP FL 137-11 obtuvo valores de 63% en RT y 46% de GE. En ambos sistemas productivos se observó una buena estabilidad en la calidad de grano. Los valores presentados cumplen con las normas de COPANIT, lo cual es confirmado con la presencia de un grano largo y delgado, con valores de CB que variaron de 1.3 a 1.7 en sistemas de secano y 1.3 en riego. Los valores de digestión alcalina de 4.7 a más, indican que después de cocido.

VARIEDAD DE CICLO PRECOZ: IDIAP FL 106-11

Origen

La variedad de arroz IDIAP FL 106-11, corresponde al pedigree FL07221-3P-3-3P-1P-M. Esta línea fue introducida al país en el 2008 en el vivero del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (VIOFLAR 2008), en generación F_6 . Fue evaluada y seleccionada durante varios ciclos dentro del sistema de evaluación de cultivares del IDIAP a nivel nacional, que comprende los siguientes ensayos de valor agronómico: VIOIDIAP F_8 , ensayos de rendimiento y las pruebas regionales bajo condiciones de riego y secano.

DESIGNACIÓN/CRUCE

FL001028-8P-3-2P-1P-M-2X-3P-1P/FL03272-1P-6-1P-3P-M-1P//FL03174-8P-7-2P-2P-M

Descripción de la variedad

La variedad IDIAP FL 106-11, se caracteriza por ser de ciclo vegetativo precoz de 108 a 122 días después de la siembra (dds) en condiciones de secano y de 106 a 118 dds en condiciones de riego. Presentó un buen vigor inicial, porte semienano y una altura que oscila entre 83 y 113 cm. La planta presentó tallos relativamente fuertes y flexibles que

le proporcionan resistencia moderada al acame, un macollamiento que va de pobre a medio. Sus nudos, entrenudos y tallos son de color verde, las hojas variaron de semiabiertas a erectas, ligeramente pubescentes de color verde. Las panículas son compactas, con una longitud entre 21 y 30 cm, y presentaron un desgrane difícil. La ejerción de la panícula es moderadamente emergida. El grano en cáscara carece de arista, es pubescente, largo y delgado, cuya longitud varió entre 8 y 11 mm y un ancho entre 2 y 3 mm.

Fenología de la planta

El conocimiento de la fenología de la planta es de suma importancia para la realización de las principales labores del cultivo, esta es afectada por diversos factores agronómicos y ambientales, como el riego, temperatura y luminosidad, entre otros, los cuales pueden alargar o acortar su duración.

- Máximo macollamiento (MM)
Esta variedad puede alcanzar el MM entre 38 y 50 dds en los sistemas de riego y entre 40 y 54 dds en seco.
- Inicio de primordio floral (IP)
El IP en esta variedad sucede entre 45 y 57 dds en sistemas de riego y entre 47 y 61 dds en seco.
- Floración
La floración en esta variedad ocurre entre 76 y 88 dds para los sistemas de riego y entre 78 y 92 dds en seco.
- Maduración
La maduración llega entre 106 y 118 dds para los sistemas de riego y entre 108 y 122 dds en seco.

Reacción a las principales enfermedades

Los resultados de las evaluaciones efectuadas (Cuadro 15), incluyeron la selección realizada desde la etapa de vivero de observación (F8), ensayos de rendimiento y pruebas regionales, realizadas en las distintas zonas agroecológicas con vocación arroceras, tanto en los sistemas de riego como los de seco. La variedad IDIAP FL 106-11 es tolerante a las principales enfermedades de importancia en el cultivo de arroz en Panamá. Presentó una resistencia moderada a la piricularia al follaje y al cuello, a la pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), al añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), al escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*), helmintosporiosis (*Helminthosporium oryzae*), mancha lineal (*Cercospora oryzae*) y a la bacteriosis. Fue moderadamente tolerante al complejo de manchado de grano.

Reacción al complejo ácaro-hongo-bacteria

Los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas con esta variedad, evidenciaron un menor grado de susceptibilidad a los daños causados por el complejo ácaro-hongo-bacteria que la mayoría de las variedades comerciales, lo cual se confirmó al presentarse menores valores en los porcentajes de granos tiza, granos vanos y aquellos que faltaron por terminar de llenar.

CUADRO 15. REACCIÓN A ENFERMEDADES Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD IDIAP FL 106-11.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	SECANO		RIEGO	
	2009	2010	2009	2010
Acame ¹				
Floración (dds)	85	82	78	
Altura de planta (cm)	95	104	109	
Piricularia follaje ¹	2.4	-	0.9	
Piricularia al cuello ¹	-	-	-	
Escaldado de la hoja ¹		2.2		
Helminthosporiosis ¹	2.3	1.1	-	
Sarocladium ¹	1.9	2.5	1.6	
Rhizoctonia ¹	1.8	2.7	1.6	
Manchado del grano ¹	3.6	3.5	1.9	
Bacteriosis ¹	1.9	2.2		
Rendimiento (t/ha)	3.212	3.819	4.326	

¹Escala de evaluación de 1 a 9: 1 - 2 resistente; 3 - 4 moderadamente resistente; 5 - 9 susceptible.

Rendimiento de grano

Los resultados del rendimiento, son producto de los distintos ensayos realizados en todo el país, en secano y riego, por tres años consecutivos (2009-2011), sin el control de ninguna enfermedad, lo que permitió que expresara su potencial genético. En condiciones de secano, la producción fluctuó entre 71 y 88 qq/ha de arroz en cáscara limpio y seco (14% humedad), mientras que para riego, alcanzó una producción entre 84 y 95 qq/ha. IDIAP FL 106-11, siempre se mantuvo con un rendimiento por encima de la media general en las evaluaciones, destacándose sobre las variedades comerciales actuales. Esta variedad se comportó bien en los años de evaluación, demostrando una buena estabilidad y adaptabilidad amplia en las zonas arroceras del país.

Rendimiento de molinería y calidad culinaria

La calidad industrial y culinaria, es decisiva para fines de comercialización. IDIAP FL 106-11, presentó muy buen porcentaje de rendimiento total de molinería (RT), granos enteros (GE) y centro blanco (CB), comparables con la variedad Oryzica 1. En condiciones de secano, esta variedad alcanzó valores entre 62 y 66% de RT y de 42 a 53% en GE. En condiciones de riego, IDIAP FL 106-11 obtuvo valores de 66% en RT y entre 53 y 55% de GE. En ambos sistemas productivos, se observó una buena estabilidad en la calidad de grano. Los valores presentados cumplen con las normas de COPANIT, lo que se confirmó con la presencia de un grano largo y delgado, con valores de CB que varió de 1.7 a 2.7 en sistemas de secano y de 1.8 a 2.0 en riego. Los valores de digestión alcalina de 4.7 a más, indicaron que después de cocido el grano, conserva su suavidad y al enfriarse permanece suelto, tal como le gusta al consumidor panameño.

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO

Riego

Durante todo el desarrollo del cultivo se debe mantener el suelo saturado o cerca de la capacidad de campo. Esto es particularmente importante en los periodos de mayor susceptibilidad a la piricularia, es decir, entre 2 y 5 semana de edad, y entre 80 y 105 días después de la siembra (etapas de floración y llenado del grano).

Densidad

Por su alta capacidad de macollamiento, se debe utilizar de 90 a 115 kg/ha de semilla certificada, cantidad suficiente para garantizar una población inicial de 200 a 250 plantas/m².

Fertilización

Para aprovechar al máximo el potencial genético de la variedad, se deben suplir las necesidades básicas del cultivo de acuerdo al análisis del suelo (Cuadro 16).

CUADRO 16. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO DE ARROZ.

Nutrientes (macro y micronutrientes)	Necesidades del cultivo (kg/ha)
Nitrógeno (N)	80-120
Fósforo (P ₂ O ₅)	60-90
Potasio (K ₂ O)	40-60
Azufre (S)	10-15
Magnesio (Mg)	7.5
Zinc (Zn)	5-8

En general, la fertilización con abono completo debe hacerse a la siembra en forma incorporada. Si es necesario aplicar elementos menores, debe hacerse en este momento. La fertilización nitrogenada debe fraccionarse en tres aplicaciones: El primer tercio a la siembra; el segundo, a los 25 días después de la siembra (dds) y el último a inicio del primordio floral, el cual se debe presentar en una parcela con riego, a los 60 dds, aproximadamente.

Manejo de plagas y enfermedades

Se deben aplicar las prácticas adecuadas de manejo del sistema de riego.

Cosecha y secado

La cosecha del grano debe realizarse cuando la humedad del mismo esté lo más cerca que sea posible al 25%, lo que garantizara el máximo rendimiento en cáscara y en el molino.

El secado es una operación decisiva para alcanzar un buen rendimiento de molinería. La temperatura del aire máxima que se debe aplicar es 45°C, haciendo pausas y dándole reposo a los granos cada vez que la humedad se reduce entre 5 y 6 unidades porcentuales.

BIBLIOGRAFÍA

- Batista, E; Lasso, R; Serrano, J. 1992. IDIAP 863: Variedad de Arroz de Alto Potencial de rendimiento, tolerante a plagas y enfermedades y de buena calidad molinera. IDIAP. Panamá. Plegable. 2 p.
- Camargo, I. 2005. Proyecto de investigación e innovación para el desarrollo de germoplasma mejorado de arroz. IDIAP - 145-05, IDIAP 5205 e IDIAP 54-05: Nuevas Variedades de Arroz. Informe técnico. IDIAP. Panamá. 8 p. En prensa.
- _____. 2007. IDIAP 54-05: Variedad precoz, de alto potencial de rendimiento y buena calidad de grano. Plegable. IDIAP. 4 p.
- _____. 2008. IDIAP 52-05: Variedad de arroz para riego y secano favorecido. Plegable. IDIAP. Panamá. 4p.
- _____; Quirós, E; Martínez, L; García, N; Lasso, R; Batista, E; Rivera, E; Rodríguez, E; Him, P; Gutiérrez, G de; Cárdenas, E; Muñoz, L; Montero, G; Rodríguez, A. 2001. Evaluación del rendimiento y otras características en 10 líneas promisorias y variedades comerciales de arroz de ciclo precoz bajo secano y riego. Informe técnico. IDIAP. Panamá. 4 p. En prensa.
- _____; Quirós, E; Martínez, L; García, N; Lasso, R; Batista, E; Rivera, E; Rodríguez, E; Him, P; Gutiérrez, G de; Cárdenas, E; Muñoz, L; Montero, G; Rodríguez, A. 2001. Evaluación del rendimiento y otras características en 10 líneas promisorias y variedades comerciales de arroz de ciclo Intermedio bajo secano y riego. Informe técnico. IDIAP. Panamá. 4 p. En prensa.
- _____; Martínez, L; García, N; Batista, E; Rivera, E; Rodríguez, R; Him, P; Quiroz, E; Name, B; Samaniego, R; Muñoz, L; Montero, G. 2002. Evaluación del rendimiento y otras características en líneas promisorias y variedades comerciales de arroz de ciclo intermedio bajo condiciones de secano y riego. Informe técnico. IDIAP. 14 p. En prensa.
- _____; Martínez, L; García, N; Batista, E; Rivera, E; Rodríguez, R; Him, P; Quiroz, E; Name, B; Samaniego, R; Muñoz, L; Montero, G. 2002. Evaluación del rendimiento y otras características en líneas promisorias y variedades comerciales de arroz de ciclo precoz bajo condiciones de secano y riego. Informe técnico IDIAP. Panamá. 14 p. En prensa.
- _____; Martínez, L; García, N; Batista, E; Rivera, E; Rodríguez, R; Him, P; Quiroz, E; Name, B; Samaniego, R; Muñoz, L; Montero, G. 2003. Evaluación del rendimiento y otras características en líneas promisorias y variedades comerciales de arroz de ciclo intermedio bajo condiciones de secano y riego. Informe técnico. IDIAP. Panamá. 16 p. En prensa.
- _____; Martínez, L; García, N; Batista, E; Rivera, E; Rodríguez, R; Him, P; Quiroz, E; Name, B; Samaniego, R; Muñoz, L; Montero, G. 2003. Evaluación del rendimiento y otras características en líneas promisorias y variedades comerciales de arroz de ciclo precoz bajo condiciones de secano y riego. Informe técnico. IDIAP. Panamá. 17 p. En prensa.
- Camargo, I; Martínez, L; García, N; Batista, E; Rivera, E; Rodríguez, R; Him, P; Quiroz, E; Name, B; Samaniego, R; Muñoz, L; Montero, G. 2004. Evaluación del rendimiento, la adaptabilidad y otras características de arroz de ciclo precoz, bajo condiciones de secano y riego. Panamá 2002-2003. Ciencia Agropecuaria 14:105-124.

-
- _____; Martínez, L; Batista, E; Him, P; Quiroz, E; Name, B. 2005. Evaluación de cultivares de arroz (*Oryza sativa* (L.) bajo condiciones de secano y riego. Panamá 2002-2003. Agronomía Mesoamericana. 16(2): 117-125.
- _____; Quirós, E; Batista, E; Zevallos, F; Quintero, A; Jiménez, V; Him, P; Quirós, E; Von Lindeman, G; Castillo, O; Barahona, L; Ramos, D; Montero, G; Rodríguez, A. 2005. Evaluación del rendimiento, la adaptabilidad y otras características agronómicas e industriales de cultivares de arroz de ciclo intermedio bajo condiciones de secano y riego. Informe técnico. IDIAP. 4 p. En prensa.
- _____; Quirós, E; Batista, E; Zevallos, F; Quintero, A; Jiménez, V; Him, P; Quirós, E; Von Lindeman, G; Castillo, O; Barahona, L; Ramos, D; Montero, G; Rodríguez, A. 2005. Evaluación del rendimiento, la adaptabilidad y otras características agronómicas e industriales de cultivares de arroz de ciclo precoz bajo condiciones de secano y riego. Informe técnico. IDIAP. 4 p. En prensa.
- _____; Martínez, L. 2005. IDIAP 3003: Nueva variedad de arroz con alto potencial de rendimiento. Plegable. IDIAP. Panamá. 4 p.
- _____; Martínez, L. 2005. IDIAP 145-05: Variedad de arroz de ciclo corto. Plegable. IDIAP. Panamá. 4 p.
- González, F. 1988. Descripción de la variedad de arroz ANABEL (T-1-38). Boletín Técnico. IDIAP. Panamá.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2000. 25 años Generando tecnologías para el productor panameño. Panamá. 19 p. Anexos
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá); FCA (Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad de Panamá); CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. PANAMA 1048: Nueva variedad de arroz adaptada a condiciones de secano favorecido. Plegable. Panamá. 2 p.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá); FCA (Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad de Panamá); CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. PANAMA 1537: Nueva variedad de arroz adaptada a condiciones de riego y secano favorecido. Plegable. Panamá. 2 p.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá), FCA (Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad de Panamá), CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. 4 Líneas promisorias de arroz. Pruebas de validación. Boletín Técnico s/n. 15 p.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 1997. IDIAP T4-70: Variedad para sistemas bajo riego y secano muy favorecido. Plegable. IDIAP. 2 p.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2002. IDIAP L-7: Una nueva variedad de Arroz para los sistemas de riego y secano favorecido. Plegable. Panamá. 2 p.
- Lasso, R. 1978. Prácticas para el manejo de las variedades DAMARYS y ANAYANSI. Folleto divulgativo s/n. IDIAP. Panamá. 11 p.
- _____. 1980. Arroz ANAYANSI. Folleto divulgativo N°1. IDIAP. 11 p.
- _____. 1988. ANABEL. Nueva variedad de arroz. Plegable. IDIAP. Panamá. 2 p.
-

-
- _____. 1988. Comportamiento de la línea T1-38 (ANABEL) en los ensayos de rendimiento en varias localidades durante cuatro años consecutivos (1983-1986) en Panamá. IDIAP. Boletín Técnico N° 26. Panamá. 23 p.
- _____; Martínez, L. 2002. IDIAP 38: Una nueva variedad de arroz para el sistema de riego. Plegable. IDIAP. Panamá. 2 p.
- Martínez, L. 2002. Descripción varietal de la línea promisorio de arroz VIOAL 2597 (IDIAP 25-03). Informe técnico. IDIAP. 6 p. En prensa.
- _____. 2003. Descripción varietal de la línea promisorio de arroz CHI 3-30 (IDIAP 30-03). Informe técnico. IDIAP. 6 p. En prensa.
- _____; Camargo, I. 2002. IDIAP 22: Nuevo Cultivar de Arroz para los Sistemas de Riego y Secano Muy Mejorado. Plegable. IDIAP. Panamá. 2 p.
- _____; Camargo, I. 2003. IDIAP 2503: Variedad precoz de alto potencial de rendimiento. Plegable. IDIAP. Panamá. 2 p.
- MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá). 2008. Informe de Cierre ciclo productivo 2007-2008. Programa de Granos Básicos Cultivo de Arroz. Panamá. 28 p.
- Quiros, E. 2005. Descripción varietal de las líneas avanzadas en mejoramiento genético de arroz, IDIAP 54-05 e IDIAP 52-05. Informe técnico. IDIAP. 7 p. En prensa.
- _____. 2005. Descripción varietal de las líneas avanzadas en mejoramiento genético de arroz, IDIAP 54-05 e IDIAP 52-05. Informe técnico. IDIAP. 5 p. En prensa.

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE ARROZ BASADOS EN LA FENOLOGÍA DE LA PLANTA

Ismael Camargo Buitrago¹; Evelyn Itzel Quirós McIntire²; Bruno Zachrisson Salamina³

La fenología agrícola se refiere a los fenómenos periódicos que presentan las plantas y su relación con las condiciones ambientales, tales como temperatura, luz, humedad, entre otras. Son las transformaciones que se producen en la planta, en su morfología y arquitectura, con algunas variaciones dependiendo de las condiciones climáticas, para que ocurra la aparición de las hojas, floración, maduración, entre otros (Azkues 2007).

En síntesis, la fenología es el estudio de la respuesta de los organismos vivos a los cambios climáticos dentro de su entorno. Los cambios estacionales incluyen las variaciones en la duración de los días o de la luz diurna, la precipitación, temperatura y otros factores que controlan la vida.

Hay que resaltar que la duración de cada estado fenológico estará claramente influenciada por la climatología y será diferente para cada variedad de arroz.

ELEMENTOS BIOCLIMÁTICOS

El arroz se considera como un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados y mediterráneos. En general, el cultivo se extiende de 49 a 50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2 500 m de altitud. La precipitación condiciona el sistema y la técnica de cultivo (Franquet y Borrás 2004).

De acuerdo con Gastiozoro (2008), los elementos y factores del clima que mayor influencia ejercen sobre los vegetales son: la temperatura, radiación solar y precipitación. Es decir, el comportamiento de la variedad de arroz está relacionado con la interacción entre la planta y el medio (genotipo-ambiente). Existen elementos bioclimáticos que ejercen influencia sobre la germinación y crecimiento (temperatura y precipitación), y otros que influyen sobre el desarrollo, como la temperatura y radiación solar (Gastiozoro 2008, Azkues 2007).

Precipitación pluvial: Se utiliza para estudiar su efecto en la producción del cultivo, predecir posibles problemas de enfermedades, plagas y daños físicos en los cultivos. Para calcular balances hídricos e índices de sequía y fechas de siembra, entre otros.

El agua es el factor determinante del rendimiento. En el caso de la planta de arroz, la necesidad hídrica varía en función de la edad, tamaño y época del año. Las plantas consumen menos agua cuando carecen de hojas y van intensificando el consumo hacia la floración y maduración.

¹Ph.D. en Genética y Mejoramiento de Plantas. IDIAP. Centro de Investigación e Innovación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG). e-mail: camargo.ismael@gmail.com

²Ph.D. en Ciencias Agrícolas. IDIAP. Centro de Investigación e Innovación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG). e-mail: evelynitzel26@gmail.com

³Ph.D. en Entomología. IDIAP. Centro de Investigación e Innovación Agropecuaria Oriental (CIAOR). e-mail: bazsalam@gmail.com

Temperatura: La temperatura del aire es un elemento bioclimático que favorece o promueve el aumento de la masa vegetativa. El crecimiento de una planta se detiene cuando la temperatura del aire desciende por debajo de cierto valor mínimo o excede cierto valor máximo. Entre estos límites existe un rango óptimo, en el cual la tasa de crecimiento es mayor. Estos valores o umbrales se conocen como temperatura cardinal. Se ha demostrado que, por razones de complejidad fisiológica, es imposible una determinación precisa de la temperatura cardinal. Sin embargo, se conoce para la mayoría de las especies vegetales el valor aproximado de la temperatura cardinal.

Radiación solar: Es importante para estimar la evapotranspiración potencial y se usa para estimar la acumulación de materia seca por cultivo.

La luz es un elemento fundamental en los procesos biológicos, ya que influye en el proceso de crecimiento del arroz (formación de materia seca), por su acción fotoenergética (donde actúa por su intensidad) y estimulante en el desarrollo (donde actúa por su duración).

Intensidad lumínica: Se refiere al umbral lumínico necesario para que ocurran los procesos como la fotosíntesis. La intensidad de la luz varía, de acuerdo a la altura del sol sobre el horizonte, grado de humedad del aire, nubosidad, diafanidad y transparencia del aire.

Duración lumínica: Está determinada por el espacio de tiempo transcurrido entre la salida y puesta del sol, incluidos los crepúsculos matutinos y vespertinos. La duración de los crepúsculos aumenta cuando aumenta la latitud.

Humedad relativa: Es una variable climática clave para el pronóstico de enfermedades de cultivos y se utiliza en combinación con otras variables para estimar la evapotranspiración.

FENOLOGÍA DEL ARROZ

Existen muchas clasificaciones científicas de la fenología y estados fenológicos de la planta de arroz. Debido a la necesidad, que tanto técnicos como arroceros se pongan de acuerdo, se ha optado por lo siguiente (Counce et al. 1999, 2000a, 2000b, Arévalo 2001):

Concepto de fase: Se refiere a la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales (Azkues 2007); son fácilmente identificables, ya que marcan cambios fisiológicos y morfológicos.

La historia de la vida de la planta de arroz presenta tres fases importantes:

Fase vegetativa: Período desde la germinación hasta el macollamiento.

Fase reproductiva: Desde la iniciación del primordio de la panícula hasta la floración.

Fase de maduración: A partir de la floración hasta la madurez.

Concepto de etapa: Una etapa fenológica está delimitada por cambios fisiológicos y morfológicos en el crecimiento de la planta, a cada etapa se le ha asignado un número y un nombre (Azkues 2007). Dentro de ciertas etapas se presentan periodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de manera que la oscilación en los valores de este fenómeno se reflejan en el rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan, generalmente, poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas (Vargas 1990, Hernández 1969).

Etapas del crecimiento y desarrollo de la planta de arroz (Reissig et al. 1986, Pantoja et al. 1997)

1. Germinación
2. Plántula
3. Macollamiento y máximo macollamiento
4. Formación del primordio floral (diferenciación de la panícula)
5. Elongación del tallo
6. Desarrollo de la panícula
7. Floración
8. Estado de grano lechoso
9. Estado de grano pastoso
10. Maduración

La Figura 1 presenta de manera esquemática las diferentes fases y algunas etapas del crecimiento y desarrollo de la planta de arroz.

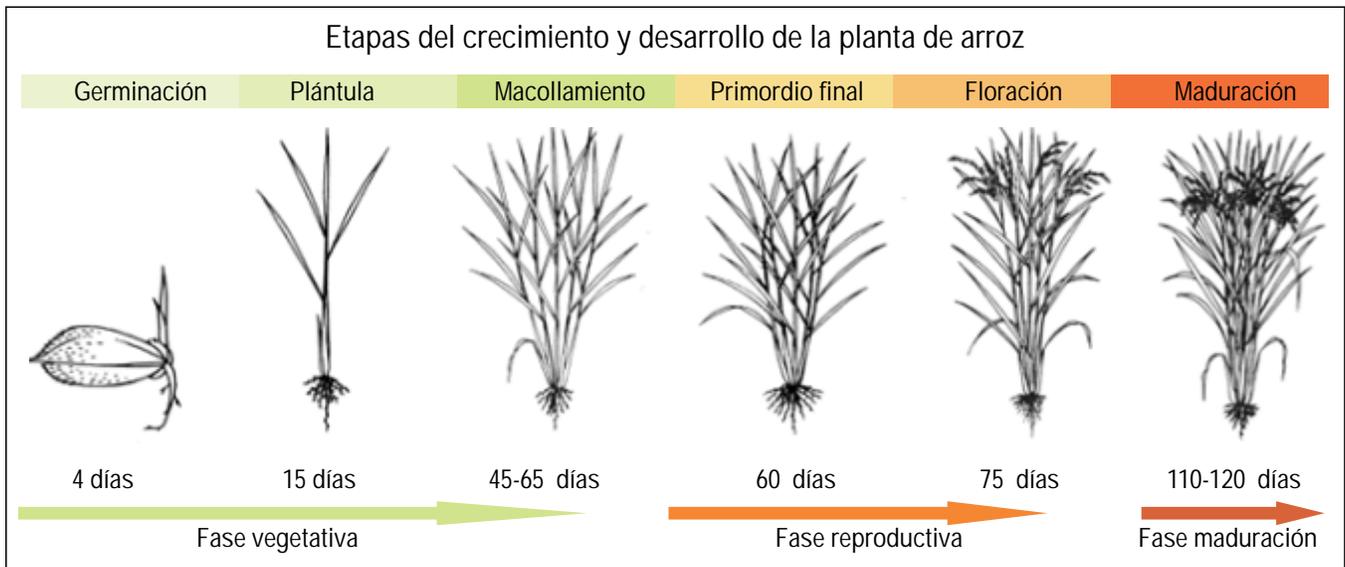


Figura 1. Esquema de las diferentes fases y etapas del crecimiento y desarrollo de la planta de arroz (Quirós McIntire 2005).

A continuación, se explica los acontecimientos morfológicos y fisiológicos que ocurren en las diferentes etapas:

1. Germinación

Abarca el periodo que va desde la siembra (hinchado de la semilla) hasta la emergencia del primer tallito (coleóptilo) y la primera raicilla (coleorriza) (Figura 2).

Cualidades que distinguen esta etapa:

- El primer paso para la germinación de la semilla es la absorción de agua.
- El almidón, proteínas y grasas son convertidos en alimentos simples para el embrión.
- Se remoja la semilla durante 24 horas.
- Necesita aire para germinar.
- La mejor temperatura para germinar es 30°C.
- La semilla hidratada emerge en un periodo de dos a tres días
- La semilla seca emerge en un periodo de 5 a 10 días.

Prácticas de manejo recomendadas

Para fines prácticos, algunos productores consideran el arroz germinado cuando está pulloso como aparece en la Figura 2. En esta etapa, se debe prestar atención a insectos que pueden dañar irreversiblemente la plántula de arroz. También, hay que estar alerta por las invasiones de pájaros como los changos, patos y otros, que son atraídos por la actividad y causan una reducción en el número de plántulas germinadas por metro cuadrado. Es recomendable efectuar el abonamiento con fórmula completa al momento de la siembra o, a más tardar, siete días después de ocurrida la misma.



2. Plántula

Cubre el periodo que va desde la emergencia del coleóptilo hasta la aparición de la quinta hoja, contando como primera hoja la que emerge después del coleóptilo o sea la primera hoja sin lámina (Figura 3).

Cualidades que distinguen esta etapa:

- Al principio, la plántula depende de la reserva de la semilla.
- Entre el séptimo y octavo día, la plántula comienza a fotosintetizar y absorber nutrientes.
- Inicia la acumulación de materia seca.

Prácticas de manejo recomendadas

En esta etapa fenológica se inician los tratamientos con herbicidas pre y postemergente temprano, igualmente se pueden aplicar insecticidas, si el muestreo indica su necesidad.

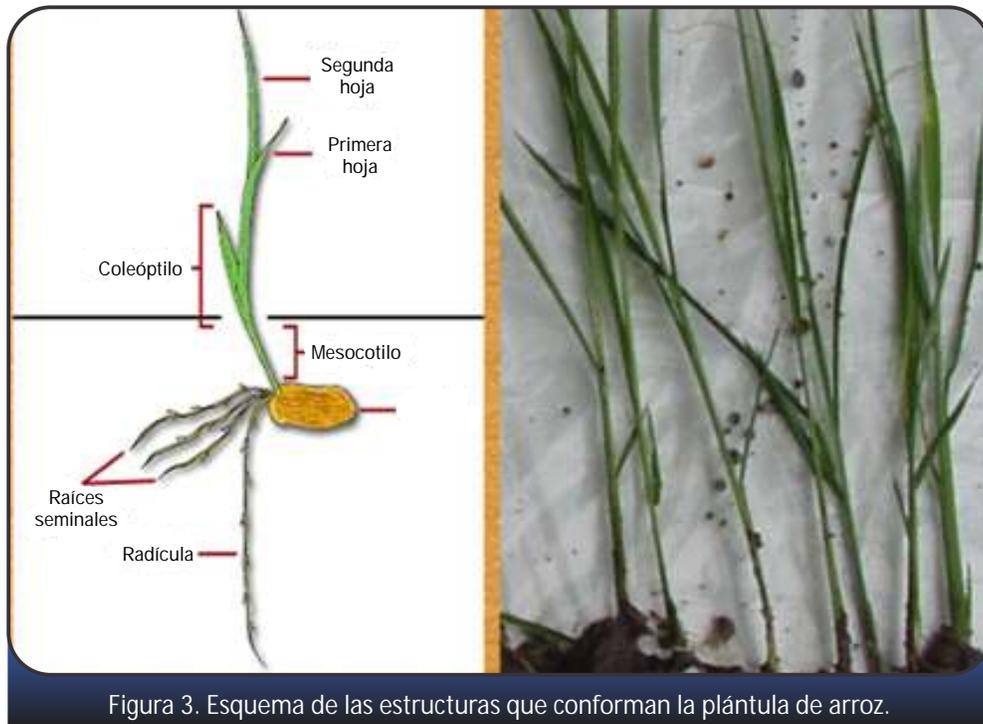


Figura 3. Esquema de las estructuras que conforman la plántula de arroz.

3. Macollamiento

El macollamiento o ahijamiento inicia con la aparición del primer hijo y se extiende hasta cuando la planta alcanza el máximo de ellos (Figura 4).

Cualidades que distinguen esta etapa:

- Es la etapa más larga.
- El ahije se inicia a los 10 días después de la siembra (dds) y alcanza su máxima expresión entre 50 y 60 dds.
- Los hijos primarios se originan del tallo principal.
- De los primarios, los secundarios y de éstos, los terciarios.
- Cuando se alcanza el máximo ahije, los hijos débiles pueden morir.
- Se desarrollan más raíces adventicias.

Prácticas de manejo recomendadas

Es importante realizar la labor de trasplante en arroz de riego. La planta tiene mayor capacidad de adaptación y crecimiento, superando con facilidad el estrés provocado por el trasplante. Durante el inicio del ahije o macollamiento, es recomendable someter las plantas a un estrés hídrico, para estimular el enraizamiento y ahijamiento. Se recomienda aplicar herbicidas pos-emergentes y control de malezas de hoja ancha, así como de insectos. También, es recomendable efectuar el primer fraccionamiento de la fertilización nitrogenada.



Figura 4. Plantas de arroz mostrando el primer hijo, iniciando la etapa de macollamiento.

Máximo macollamiento

Esta etapa tiene una estrecha relación con las características genéticas de la variedad y las prácticas de manejo agronómico empleadas en la producción (Figura 5).

Cualidades que distinguen esta etapa

- Las variedades difieren en su capacidad de ahije.
- El número de hijos por planta aumenta con la distancia entre plantas.
- En la época lluviosa se producen más hijos.
- Una adecuada aplicación de nitrógeno permite obtener un mayor número de hijos.

Prácticas de manejo recomendadas

Esta etapa establece el límite para la aplicación de herbicidas, especialmente hormonales, ya que aplicados en la fase reproductiva causarían mermas considerables en la producción.



Figura 5. Plantas de arroz de diferentes cultivares mostrando su capacidad de macollamiento máximo.

4. Formación del primordio floral (diferenciación de la panícula)

Ocurre la diferenciación del meristemo o punto de crecimiento, con la formación del primordio de la panícula, se inicia la fase reproductiva (Figura 6). Es importante en el manejo del cultivo, ya que representa la época de la última fertilización nitrogenada.

Cualidades que distinguen esta etapa:

- El primordio puede verse a simple vista cuando tiene 1 mm de largo, su duración es de aproximadamente 11 días.
- Presenta vellosidades blancas y finas en la punta.
- Se producirán tres hojas más.
- En este momento es cuando el rendimiento se ve severamente afectado por condiciones adversas.
- Se determina el número potencial de granos en la panícula.

Prácticas de manejo recomendadas

El inicio de la diferenciación de panícula depende de la variedad, de la intensidad lumínica, de la duración del día y la noche, y de las temperaturas. Se verifica que se ha llegado a este estado cuando al cortar longitudinalmente la caña de arroz, desde la base del tallo se aprecia una minúscula panícula casi transparente de 2 mm de longitud. Durante esta etapa, las plantas se tornan muy sensibles a cualquier estrés, ya sea provocado por tratamientos fitosanitarios, otras prácticas agronómicas o por deficiencia hídrica. Además, se recomienda aplicar el segundo y último suplemento de fertilización nitrogenada.

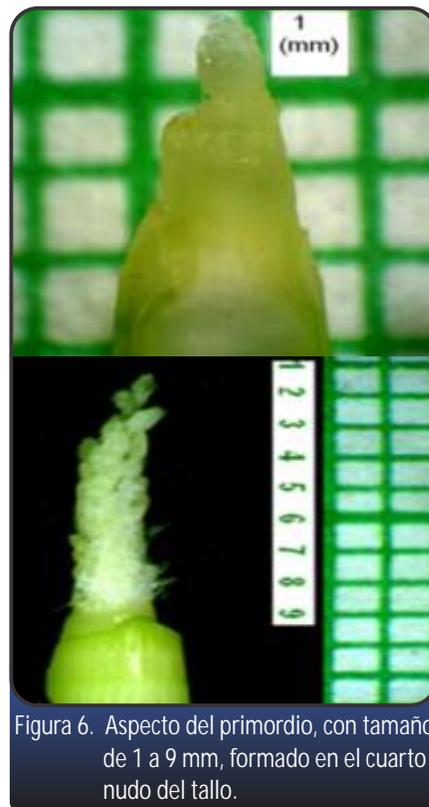


Figura 6. Aspecto del primordio, con tamaño de 1 a 9 mm, formado en el cuarto nudo del tallo.

5. Elongación del tallo

La manera práctica de identificar que la planta alcanza la etapa de elongación, es cuando el cuarto entrenudo del tallo principal que se encuentra precisamente debajo de la inflorescencia, comienza su aumento de longitud, notándose con facilidad (Figura 7).

Cualidades que distinguen esta etapa:

- Esta elongación coincide con el desarrollo de la inflorescencia.
- Ocurre en el cuarto entrenudo.
- La hoja número 11 emerge totalmente.
- Las primeras tres o cuatro hojas han muerto y quedan siete u ocho en el tallo.

Prácticas de manejo recomendadas

En la etapa de elongación o alargamiento del tallo es importante prestar atención a posibles infecciones por *Pyricularia*, *Rhizoctonia*, *Sarocladium*, bacteriosis y por el ácaro *Steneotarsonemus spinki*, especialmente si las condiciones meteorológicas son favorables para el desarrollo de estas plagas.



6. Desarrollo de la panícula

La panícula diferenciada es visible hasta cuando la punta de ella está justo debajo del cuello de la hoja bandera, como observamos en la Figura 8.

Cualidades que distinguen esta etapa:

- En el primordio se diferencian las espiguillas.
- Las espiguillas crecen dentro de la hoja bandera.
- Se conoce como embuchamiento.
- El embuchamiento se inicia de 20 a 25 días antes de floración.
- Es una etapa crítica para el rendimiento, ya que determina el número total de granos.
- Crece la hoja bandera, hasta emerger totalmente.
- Temperaturas frías pueden causar esterilidad.

Prácticas de manejo recomendadas

Representa el momento ideal para el primer tratamiento de protección de la panícula contra las posibles infecciones por *Pyricularia*, *Rhizoctonia*, *Sarocladium*, bacteriosis y ácaro *S. spinki*, especialmente si las condiciones meteorológicas son favorables para el desarrollo de las mismas.



7. Floración

La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la floración. Las flores inician la antesis o floración en el tercio superior de la panícula (Figura 9). Se dice que un arrozal se encuentra en estado fenológico de floración o espigado, cuando el 50% de las panículas (espigas) han emergido de la hoja bandera.

Cualidades que distinguen esta etapa:

- La salida de las anteras de apariencia blanquecina.
- Las flores del medio y en el tercio inferior, abren en los días sucesivos.
- Completar la floración, dura aproximadamente de 8 a 15 días.
- La planta alcanza su máxima altura.
- La fecundación y el rendimiento pueden ser afectados por el volcamiento, vientos cálidos, secos o húmedos y temperaturas extremas muy bajas o altas.

Prácticas de manejo recomendadas

Durante la floración hay que seguir prestando atención a posibles infecciones por *Pyricularia* al cuello de la panícula, *Rhizoctonia*, *Sarocladium*, bacteriosis, especialmente si las condiciones meteorológicas son favorables para el desarrollo de las mismas. Es recomendable realizar el segundo tratamiento de protección de la panícula para minimizar los daños causados por factores meteorológicos y plagas.

8. Estado grano lechoso

Los carbohidratos almacenados son traslocados rápidamente de los tallos y otras partes de la planta, se fotosintetizan más carbohidratos y se mueven rápidamente para llenar el grano con un líquido lechoso; este proceso puede durar 10 días, de acuerdo a la variedad (Figura 10).

Cualidades que distinguen esta etapa:

- Cinco días después de la antesis los granos son de color verde.
- La panícula se dobla en un arco de 90° (panícula agobiada).
- En los granos aún verdes se puede extraer un fluido lechoso presionando con los dedos.
- La cariósida pasa del estado acuoso al lechoso.



Figura 9. La etapa de floración ocurre con la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera.



Figura 10. Plantas de arroz con el grano en estado lechoso.

Prácticas de manejo recomendadas

Es la primera etapa de maduración. En los casos donde los tratamientos no sean efectivos, se puede notar los efectos de algunas plagas como:

- Barrenador del tallo: es una larva de lepidóptero que corta los vasos que proporcionan la savia a la espiga, por lo que ésta se vuelve blanca y vana.
- *Pyricularia* al cuello de la panícula: produce vaneado del grano, afecta la calidad molinera.
- *Rhizoctonia* y *Sarocladium*: producen manchado y vaneado del grano, afectando la calidad.
- Bacteriosis: producen manchado y vaneado del grano, afecta la calidad del grano.
- Ácaro *spinki*: aumenta el vaneado del grano, afecta la calidad del grano.

Todas se presentan afectando la calidad del grano.

9. Estado de grano pastoso

La consistencia del grano cambia primero a pastosa suave y luego endurece, en un periodo de 11 a 15 días, según la variedad (Figura 11).

Cualidades que distinguen esta etapa:

- El color cambia a verdoso amarillento.
- El cariósipide o grano pasa del estado de masa blanda a dura.
- La panícula dobla su punta en arco de 180°.
- Las ramas de la mitad del raquis de la panícula se dobla en arco de 90°.
- La planta alcanza su máximo peso en materia seca.

Prácticas de manejo recomendadas

Se recomienda mantener una buena humedad de campo o mantener la lámina de agua en las parcelas de riego. La pérdida rápida de la humedad en el suelo puede provocar la disminución en la calidad del grano y reducir el rendimiento, ya que difícilmente los granos alcanzarían el peso máximo.

10. Maduración

Esta etapa se presenta cuando más del 80% de las espiguillas en la panícula están maduras (Figura 12). La cariósipide o grano está completamente desarrollada en tamaño, su consistencia es dura y sin tonalidades verdosas. Ocurre aproximadamente en 12 días, según la variedad.



Figura 11. Plantas de arroz con granos en estado pastoso.



Figura 12. Plantas de arroz con granos fisiológicamente maduros.

Cualidades que distinguen esta etapa:

- Puede ocurrir entre 30 y 35 días después del 50% de floración.
- La planta está fisiológicamente madura.
- Algunas espiguillas pueden permanecer verdes y nunca se llenan.
- Puede haber hojas marchitas, algunas verde pálido.
- La panícula se dobla en 180° y se apoya en el nudo del cuello.
- Las ramas del raquis se separan.
- Cesa la producción de materia seca.

Prácticas de manejo recomendadas

Al ir madurando los granos, las hojas envejecen y se secan en orden ascendente; al comenzar la cosecha se tiene un campo donde prácticamente han desaparecido los tonos verdes. Es el momento oportuno para drenar las parcelas manejadas con riego, una o dos semanas antes de la cosecha.

La humedad para cosechar debe oscilar entre 18 y 22%, intervalo que permite conseguir los mejores rendimientos en campo y molino. El atraso en la cosecha significa tener almacenado el grano en campo, donde las condiciones climatológicas como humedad relativa, lluvias y temperatura pueden afectar la calidad en el molino.

FENOLOGÍA DE LAS VARIEDADES DE ARROZ UTILIZADAS EN PANAMÁ

El desarrollo de la planta de arroz comprende tres fases (vegetativa, reproductiva y maduración), divididas en nueve etapas (germinación, plántula, macollamiento y máximo macollamiento, inicio del primordio, desarrollo de la panícula, floración, estado lechoso, estado pastoso y madurez fisiológica), describiendo así su fenología. Para que cada una de estas etapas sea alcanzada, se requiere una serie de condiciones que involucran factores como el manejo, sistema de cultivo y factores ambientales como la luminosidad (radiación solar) y temperatura, entre otros. La interacción de estos factores influye en la duración de cada etapa y fase, observando algunas variaciones en el ciclo de los cultivares, cuando los comparamos entre sistemas de secano y riego, o aún en el mismo sistema, entre una siembra de primera coa y de segunda coa, o entre regiones por ejemplo la misma variedad en Chiriquí y Chepo.

Dada la importancia que el conocimiento de la fenología del arroz tiene para el manejo integrado del cultivo, y como respuesta a la falta de información sobre cuándo están ocurriendo las diferentes etapas fenológicas en las variedades de arroz utilizadas en Panamá, presentamos a continuación un estudio sobre la determinación de las etapas críticas de crecimiento y desarrollo de las variedades comerciales de arroz, en diferentes escenarios.

Metodología

Para efectuar las estimaciones que se presentan en los Cuadros 1 y 2, se utilizó la base de datos de floración (FL) obtenida de los ensayos de rendimiento del IDIAP. Estos datos experimentales para cada variedad, provienen de 11 a 37 localidades de riego (de 33 a 111 datos) y de 15 a 56 localidades de secano (de 45 a 168 datos), durante los años de 2000 a 2004. Estos ensayos se efectúan anualmente en las principales zonas productoras de arroz en Panamá, bajo condiciones de secano y riego.

De acuerdo a la metodología estándar de evaluación en arroz, se determina el número de días a partir de la siembra hasta que el 50% de las plantas de una variedad hayan florecido.

A los datos individuales de floración de cada variedad a nivel de repetición, se le estimaron estadísticos como: la media, desviación estándar y coeficiente de variación; con esta información se estimó el límite inferior (LI) y el límite superior (LS) para esta característica. Una vez obtenidos los estadísticos de la floración, se estima el inicio del primordio restando 31 días, que es el número de días que normalmente transcurre entre esta etapa y el 50% de floración.

De igual manera, para estimar los días hasta la maduración (MD) de la variedad, se determinó sumando a los datos de floración 30, que representan el número de días transcurridos entre la floración y la maduración, cuando el 85% de los granos de la panícula están maduros (Vergara 1985, Pantoja et al. 1997, Arévalo 2001.)

Para estimar, el máximo macollamiento (MM), la situación es más compleja porque esta etapa es muy variable, no obstante, para las variedades precoces bajo riego se estima que ocurre siete días antes del inicio del primordio (IP) y en los cultivares de ciclo intermedio, aproximadamente 10 días antes del IP.

Bajo condiciones de secano se estimó que el MM ocurre ocho días antes de IP en los cultivares precoces y 12 días antes de IP en los de ciclo intermedio.

Posteriormente, para las cuatro etapas consideradas (MM, IP, FL y MD), se estimó el límite inferior (LI) y el límite superior (LS), que representa realmente la desviación estándar en relación al promedio.

Resultados

En el Cuadro 1 se presenta para las condiciones de riego, la estimación aproximada de los días después de la siembra (dds), en que deben estar ocurriendo las diferentes etapas de interés para el manejo integrado del cultivo de arroz y en especial para el complejo ácaro-hongo-bacteria.

Por ejemplo, la variedad IDIAP 25-03, debe alcanzar en promedio el máximo macollamiento (MM) a los 40 días, sin embargo, es posible que bajo condiciones ideales de manejo del cultivo y riego, en condiciones ambientales óptimas de luminosidad y temperatura, la variedad alcance el MM a los 33 días. Si hubiese problema con el riego, muchos días nublados y temperaturas inferiores a 25°C, el MM se puede retrasar hasta los 47 dds.

En cuanto a la etapa de inicio del primordio, en la variedad IDIAP 25-03, si las condiciones son óptimas, se deben iniciar el monitoreo a partir de los 38 dds, aunque se estima que en promedio el inicio del primordio debe ocurrir a los 47 dds. De igual manera, si las condiciones de manejo y ambiente son inadecuadas, esta etapa puede retrasarse hasta los 53 dds. Se espera que en promedio esta variedad deba presentar 50% de floración a los 77 dds, sin embargo, si las condiciones antes mencionadas son óptimas, la floración puede estar iniciándose a los 69 dds y si por el contrario, las condiciones son inadecuadas, esta etapa puede extenderse hasta los 84 dds.

En el caso de la maduración es menos relevante, ya que toda la inversión en manejo de campo se ha efectuado y el manejo de la parcela estará enfocado a la calidad del grano.

CUADRO 1. ESTIMACIÓN APROXIMADA DE LA OCURRENCIA DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS EN CULTIVARES DE ARROZ, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.

Cultivares de arroz en condiciones de riego	DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (dds)											
	Máximo macollamiento			Inicio del primodio floral			Floración			Maduración		
	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS
IDIAP 145-5	34	41	48	40	48	54	71	78	85	101	108	115
IDIAP 54-05	34	41	48	41	48	55	72	79	86	102	109	116
IDIAP 38	34	44	54	47	54	61	78	85	92	108	105	122
IDIAP 5205	31	41	51	42	51	61	73	82	92	103	112	122
IDIAP FL 106-11	38	44	50	45	51	57	76	82	88	106	112	118
IDIAP FL 137-11	38	44	50	45	51	57	76	82	88	106	112	118

Fuente: Camargo 2005.

En el Cuadro 2 se presenta la información obtenida en condiciones de secano. Se observa un desfase en cada etapa, ya que bajo condiciones de secano se requiere mayor tiempo, probablemente para que las variedades estén expuestas a estreses bióticos y abióticos. Por otro lado, se debe tener en cuenta que el secano favorecido de Chiriquí es diferente al de Chepo, siendo ambos diferente del secano que se presenta en Coclé.

CUADRO 2. ESTIMACIÓN APROXIMADA DE LA OCURRENCIA DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS EN CULTIVARES DE ARROZ, BAJO CONDICIONES DE SECANO.

Cultivares de arroz en condiciones de riego	DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (dds)											
	Máximo macollamiento			Inicio del primodio floral			Floración			Maduración		
	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS
IDIAP 145-5	37	45	53	42	53	61	73	83	92	103	113	122
IDIAP 54-05	41	49	57	46	57	65	77	87	96	107	117	126
IDIAP 38	40	52	64	55	64	70	86	94	101	106	124	131
IDIAP 5205	40	48	56	46	56	63	77	86	94	107	116	124
IDIAP FL 106-11	40	47	54	47	54	61	78	85	92	108	115	122
IDIAP FL 137-11	39	46	53	46	53	60	77	84	91	107	114	121

Fuente: Camargo 2005.

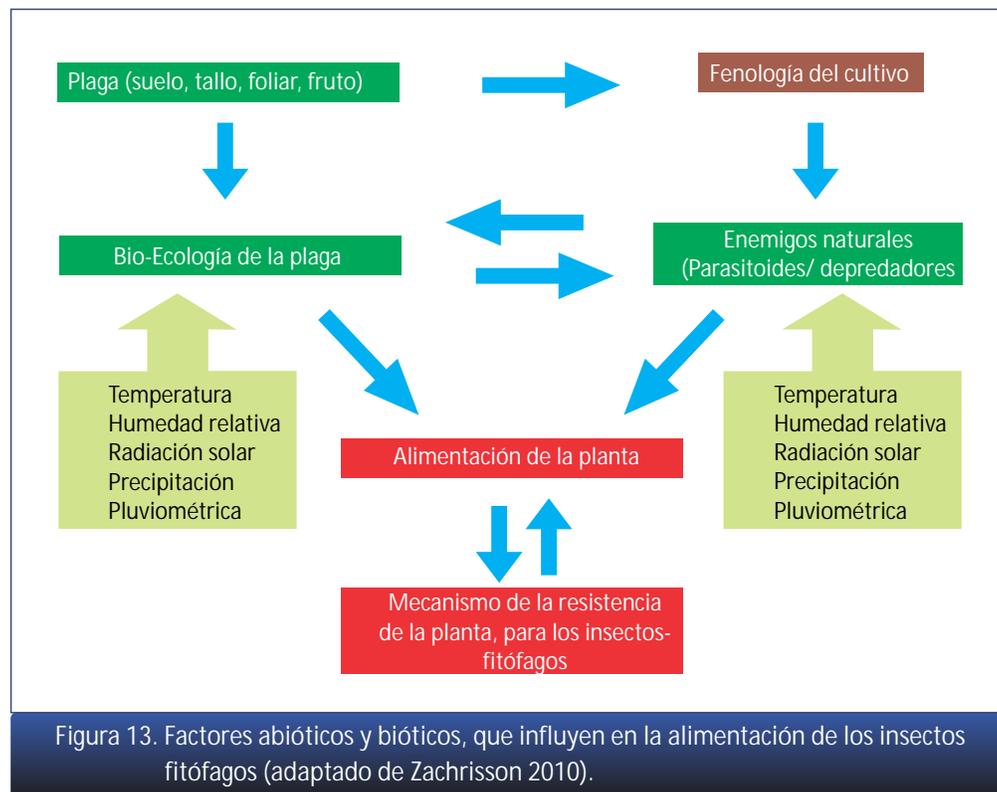
Ambos cuadros representan una herramienta de trabajo que suministra un buen nivel de orientación sobre la fenología de las variedades de arroz que actualmente son sembradas en Panamá. El consultar estos cuadros puede hacer más eficiente el manejo integrado del cultivo, permitiendo aplicar las diferentes prácticas de manejo en el momento oportuno. Además, nos ayuda a poner en evidencia cualquier variación en la duración de las diferentes fases y etapas, como consecuencia del estrés de naturaleza biótica o abiótica que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta de arroz.

Obviamente, para un mejor conocimiento de estos temas, se requiere de estudios más avanzados donde se interrelacionen las variables climáticas con las variables biológicas que definen los componentes fenológicos del arroz.

FENOLOGÍA DEL ARROZ Y SU RELACIÓN CON LA DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS INSECTOS-PLAGAS

El manejo adecuado de un cultivo en general, se fundamenta en la relación existente entre el agroecosistema y el desarrollo fenológico del cultivo, asociado a las variables climáticas, las cuales inciden sobre la población de los insectos-plagas (Pantoja et al. 1997). El daño causado al cultivo, va a depender de la fase del insecto que ataca el cultivo, el tipo de aparato bucal, la densidad de la población y la fenología del cultivo (King y Saunders 1984).

La fenología del cultivo de arroz, podemos dividirla en tres fases básicas: la vegetativa, reproductiva y maduración (Pantoja et al. 1997, Vivas 1991). En este sentido, se puede agrupar al conjunto de plagas que atacan al cultivo en una determinada fase fenológica, asociándolos con el daño que causan a la planta y su efecto en el desarrollo de la misma (Weber 1989). La relación entre la bioecología del insecto fitófago con la fenología del cultivo, asociada directamente con la estructura de la planta que le sirve de alimento, define claramente el impacto del daño provocado por las plagas (Figura 13).



La densidad de la población de los insectos-plagas varía de acuerdo a los factores bióticos y abióticos, los cuales pueden favorecer las interacciones entre insectos de especies diferentes, como lo es la depredación y el parasitismo, que pueden competir por el mismo nicho ecológico (Figura 13). De manera semejante, los agentes entomopatógenos, también son considerados reguladores de la población de insectos en el cultivo del arroz. En donde, la temperatura, humedad relativa, radiación solar y precipitación, puede afectar la incidencia del complejo de agentes entomopatógenos (Pérez 2004) (Figura 13).

La dinámica de los insectos en el cultivo de arroz, se ve afectada en gran medida por el monocultivo, el cual promueve su desarrollo, debido a que proporciona de manera continua alimento suficiente, cumpliendo con los requerimientos nutricionales exigidos por las plagas (Weber 1989). Esto permite analizar el papel de los metabolitos secundarios, que son consideradas defensas químicas de la planta y que pueden afectar el comportamiento alimentario del insecto. Por otro lado, la concentración de estos metabolitos secundarios puede variar, de acuerdo al estado fenológico de la planta, y que en asociación con algunas variables abióticas, como la temperatura, pueden interferir en la alimentación de la plaga (Coley 1980, Kogan y Paxton 1983). Los mecanismos mencionados, involucran compuestos sintetizados por la planta, que tienen la capacidad de inhibir la alimentación del insecto (deterrencia o fago inhibición), afectando el desarrollo biológico de éste, una vez comienza a alimentarse (antibiosis) y provocar repelencia a los insectos fitófagos (King y Saunders 1984, Lara 1991) (Figura 14).

- Repelencia
- Antibiosis
- Deterrencia o fago inhibición



Figura 14. Mecanismos de resistencia adversos a los insectos-plagas en el cultivo de arroz (*O. sativa*).

Es importante el impacto de la fenología de las variedades sobre la dinámica de la plaga, considerando la presencia de los insectos benéficos (parasitoides, depredadores), los cuales a su vez son afectados por los metabolitos secundarios, favoreciendo o perjudicando el control natural de los insectos (Cuadro 3) (Kogan 1986). De manera semejante, las variedades también presentan variaciones en las concentraciones de metabolitos secundarios, en función de su fenología (Kogan y Paxton 1983, Zachrisson 2010). Las variaciones de las concentraciones de metabolitos secundarios, en variedades del mismo cultivo, observadas en la misma etapa fenológica, pueden afectar de manera diferente, a la población de la plaga y el comportamiento del parasitoide (Zachrisson 2010) (Cuadro 4).

CUADRO 3. AGENTES ENTOMÓFAGOS, ENCONTRADOS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), EN LA REGIÓN ORIENTAL DE PANAMÁ, 2002-2010.

Plaga	Enemigo natural	Localidad	Incidencia natural/ Complejo de parasitoides
<i>Rupela albinella</i>	<i>Telenomus rowani</i> (Parasitoide oófago)	Felipillo, Chepo	Baja – moderada
<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i> (Parasitoide oófago)	Felipillo, Pacora; Panamá	Moderada
<i>Tagosodes orizicolus</i>	<i>Anagrussp.</i> (Parasitoide oófago)	Chepo, Panamá	Reducida
<i>Oebalus insularis</i>	<i>Trissolcus basalís</i> , <i>Telenomus podisi</i> (Parasitoides oófagos)	Río Hato, Coclé; Chepo, Panamá	Moderada

Fuente: Zachrisson 2010

CUADRO 4. TASA DE CONTROL NATURAL DE *Oebalus insularis* Stal (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE), POR MEDIO DEL COMPLEJO DE PARASITOIDES (*Telenomus podisi* y *Trissolcus basalís*), EN PANAMÁ.

Localidad/año	Variedad	Tasa de parasitismo (%)	Especie de parasitoide
Río Hato – 2001	IDIAP L -7	89.10	<i>T. basalís</i>
		10.90	<i>T. podisi</i>
Chepo – 2002	IDIAP -38	95.00	<i>T. basalís</i>
		5.00	<i>T. podisi</i>
	IDIAP L -7	84.90	<i>T. basalís</i>
		14.10	<i>T. podisi</i>
Chepo – 2004	Prosequisa	43.00	<i>T. podisi</i>
		38.30	<i>T. basalís</i>
		18.70	Otros

Fuente: Zachrisson 2010

CONSIDERACIÓN FINAL

La visión de manejo de los insectos-plagas, enmarcado dentro de un contexto dinámico, multidisciplinar y multidimensional, debe realizarse de manera integral, propiciando la rentabilidad del cultivo. Razón por la cual, la integración de variables como la fenología del cultivo, la incidencia del ataque de los insectos fitófagos, el complejo de enemigos naturales, deben integrarse al manejo de la resistencia de insectos fitófagos por parte de las variedades de arroz. En este sentido, se destaca la identificación y aplicación de los metabolitos secundarios encontrados en las variedades de arroz, como mecanismos de resistencia a las plagas, que deben incorporarse en los programas de mejoramiento genético.

Bibliografía

- Arévalos S, E. 2001. Conozca cómo crecen y se desarrollan las variedades. *Arroz*, 50(431): 30-36.
- Azkues, M. 2007. La fenología como herramienta en la agroclimatología (en línea). INIA-CEANAIIO-IIRA-Agroclimatología (INIA Venezuela). Consultado 8 ene. 2009. Disponible en <http://www.infoagro.com/frutas/fenología.htm>
- Camargo, I. 2005. Estimación aproximada de diferentes etapas críticas del crecimiento de la planta de arroz, en los principales cultivares comerciales y experimentales. Panamá. IDIAP. Informe técnico. 2 p.
- Coley, PD. 1980. Effects of the leaf age and plant life history patterns on herbivory. *Nature*, 284: 545- 546.
- Counce, PA; Keisling, TC; Mitchell, AJ. 2000a. A uniform, objective and adaptive system for expressing rice development. *Crop Sci.* 40:436-443.
- _____; Keisling, TC; Mitchell, AJ. 2000b. Rice Growth Staging System (en línea). University of Arkansas. Division of Agriculture. Consultado 5 agosto 2007. Disponible en <http://www.uaex.edu/nerec>.
- _____; Keisling; TC; Annis, DC. 1999. Using rice growth staging an aid to crop management. In B.R. Wells Rice Research Studies. Eds. RJ Norman; CA Beyrouty. Arkansas Agricultural Experiment Station Fayetteville, Arkansas 72701. p. 9-14.
- Franquet B, JM; Borrás P, C. 2004. Variedades y mejora del arroz (*Oryza sativa* L.). Universidad Internacional de Catalunya. España. 316 p.
- Gastiozoro, J. 2008. Influencia del clima sobre las plantas. Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 9 ene. 2009. Disponible en <http://www.redagria.com.ar>
- Hernández L, J. 1969. Desarrollo y fisiología de la planta de arroz. *Arroz*, 3 (17): 22-33.
- King, ABS. Saunders, JL. 1984. La plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Ed. Administración de Desarrollo Extranjero (ODA). Londres. 182 p.
- Kogan, M. 1986. Plant defense strategies and host plant resistance. In Kogan, M. (Eds.), *Ecological theory and integrated pest management practice*. New York: J. Wiley, 1986. p. 83- 133.
- _____; Paxton, J. 1983. Natural inducers of plant resistance to insects. In HEDIN, PA. *Plant resistance to insects*. Washington, DC: American Chemical Society, 1983. p. 152– 171.
- Lara, FM. 1991. Principios de resistencia de plantas a insectos. Editorial ICONE, Sao Paulo. 336 p.
- Pantoja, A; Fischer, A; Correa, F; Sanint, L; Ramírez, A. 1997. MIP en arroz: Manejo integrado de plagas: Artrópodos, enfermedades y malezas. Cali, Colombia, CIAT. 141 p.
- Pérez, CR. 2004. Hongos entomopatógenos para el manejo de insectos fitófagos del arroz, en el Caribe Húmedo. *Arrocero Moderno*. p. 179-182.

-
- Quirós McIntire, E. 2005. Etapas de desarrollo y fisiología de la planta de arroz. In Capacitación para la formación de plagueros. Panamá, IDIAP. 8 p.
- Reissig, WH; Heinrichs, EA; Litsinger, JA; Moody, K; Fiedler, L; Mew, TW; Barrow, AT.1986. Rice panicle mite. In Illustrated guide to the integrated pest management in rice in tropical Asia. IRRI. Los Baños, Philippines. 420 p.
- Vargas, JP. 1990. Manejo integrado del cultivo de arroz en Colombia. Arroz. 39 (368): 24-31.
- Vivas L. 1991. Investigación de insectos plaga en el Río Guárico. En arroz en las Américas 13 (2): 3-5.
- Weber, G. 1989. Desarrollo del manejo integrado de plagas del cultivo del arroz. Colombia, CIAT. 69 p. (Guía de Estudio, Serie 04SR-04.04).
- Zachrisson, BA. 2010. Bioecología, daños y muestreos de plagas, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). Publicación IDIAP. 36 p.

IDENTIFICACIÓN, BIOLOGÍA Y MUESTREO DE INSECTOS-PLAGAS Y BENÉFICOS: CONTRIBUCIÓN PARA EL MANEJO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE ARROZ

Bruno Zachrisson¹

Las plagas (malezas, patógenos e insectos) del arroz son responsables por la pérdida del 35% de la producción, considerándose que el 12% se atribuye a los insectos-plaga (Pantoja 1997). En el caso de arroz irrigado, el manejo de los insectos-plaga, corresponde al 6% del costo de la producción (Weber 1989). En Panamá, resultados semejantes fueron obtenidos por Zachrisson (1998), donde el costo de producción para el manejo de insectos en arroz, bajo condiciones de riego, fue de 7%. En este sentido, los insectos fitófagos son considerados una limitante importante en la producción de arroz.

El elevado uso de insecticidas, además de incrementar el costo de producción del cultivo, aumenta la probabilidad de resistencia de los insectos-plaga a los insecticidas, provocando el aumento del costo de producción, sin ningún efecto sobre la población del insecto-objeto de control (Zachrisson 1999c). Por otro lado, la eliminación de la entomofauna benéfica (depredadores y parasitoides) se ve afectada por la aplicación de insecticidas poco selectivos a estos insectos (Reyna et al. 1996, Huffaker 1980). De esta forma, el manejo integrado de insectos-plaga, se basa en la selección, integración e implementación de métodos de control que reduzcan la población de insectos-plaga, sin implicaciones económicas, ecológicas y sociales. Así, este concepto se basa en la interrelación de ocho elementos: Agroecosistema, bioecología de los insectos-plaga y enemigos naturales, muestreos y uso de umbrales de acción, control natural (organismos benéficos), cultivo como eje principal del sistema e integración de métodos compatibles de control (Barfield y Stimac 1980, Barfield 1989).

La aplicación oportuna de insecticidas, basado en el concepto de umbral de acción (UA) es considerada como la densidad del insecto-plaga, en el cual deben tomarse las medidas de manejo, para evitar que éstas alcancen el nivel de daño económico (NDE), la cual considera la población mínima de la plaga, que podría causar una reducción en el rendimiento igual al costo que tendría su manejo, lo que favorece la rentabilidad del cultivo. Las condiciones necesarias para obtener la máxima rentabilidad, se dan si se aplican las prácticas de manejo racional y de manera oportuna; además de la implementación de los monitoreos periódicos (Daxl 1989). Esto indica que la implementación del manejo integrado de insectos-plaga, en donde se optimiza la relación de los insumos empleados y el ingreso bruto (rendimiento obtenido) (Bommer 1980, Daxl 1989).

INTERACCIÓN INSECTO-PLANTA

El manejo adecuado de un cultivo en general, se fundamenta en la relación existente entre el conocimiento del agroecosistema (desarrollo fenológico del cultivo, aspectos climáticos, entre otros) y de los insectos-plaga, que inciden sobre éste (Pantoja et al. 1997). El daño causado al cultivo, va a depender de la fase del insecto que ataca el cultivo, el tipo de aparato bucal, si es considerado vector de fitopatógenos, de la densidad de la población y la fenología del cultivo (King y Saunders 1984).

¹Ph.D. en Entomología IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr).

La fenología del cultivo de arroz, podemos dividirla en tres etapas: vegetativa, reproductiva y maduración (Vivas 1991). En este sentido, esta consideración es importante porque nos permite agrupar al conjunto de plagas que atacan al cultivo en una determinada etapa fenológica, asociándolos con el daño que causan a la planta y su efecto en el desarrollo de la misma (Weber 1980).

La densidad de la población de los insectos-plaga tiene un rango de variación, que es regulado por factores bióticos (organismos vivos entre los que tenemos a las plagas que compiten por el mismo nicho ecológico, a los depredadores, parasitoides y agentes entomopatógenos) y factores abióticos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, fotoperíodo y precipitación pluviométrica) (Pérez 2004). La dinámica de este complejo de insectos se ve afectada por el monocultivo, que promueve el desarrollo de los insectos-plaga, debido a que proporciona de manera continua alimento, que está a su disposición en grandes extensiones (Weber 1989).

MUESTREO

La fluctuación poblacional de las plagas varía de acuerdo a la incidencia de los enemigos naturales y de las condiciones climáticas. Las poblaciones de insectos-plaga, al alcanzar niveles elevados, provocan daños al cultivo que reducen el rendimiento, el cual se determina por medio del umbral de acción (UA) y el nivel de daño económico (NDE) (Pantoja et al. 1997). Así, el manejo de la plaga se apoya en métodos cuantitativos, que determinan la relación entre el insecto, el daño causado y el costo que exige su control (Zachrisson 1999d). La toma de decisión en el manejo de la plaga se apoya en la densidad del insecto, la estimación del daño, el cual puede ser directo e indirecto; además del complejo de enemigos naturales presentes, el potencial de daño y el costo del control (Barfield y Stimac 1980, Huffaker 1980).

Los métodos de muestreo de los insectos-plaga, varían de acuerdo a la especie y el hábito alimenticio; además de la edad fenológica del cultivo. Estos métodos de muestreo pueden considerarse como absolutos (De Castro et al. 2004). En el caso del método absoluto, se estima la densidad total de la plaga por área, lo que consume mucho tiempo para la obtención de la muestra y consecuentemente afecta la rapidez en la toma de decisión. Sin embargo, el método relativo es mucho más práctico y determina la población del insecto-plaga, en puntos escogidos al azar dentro de los campos de arroz, lo que es representativo de la población total de insectos. En este sentido, este método es selectivo en cuanto a la edad del cultivo y se consideran las especies de importancia económica del rubro. Por otro lado, la precisión del monitoreo de la plaga depende de los patrones de dispersión (uniforme, agregada o al azar) y del movimiento de la plaga.

El índice poblacional se emplea para estimar la densidad de la plaga, que puede cuantificarse a través de la proporción de plantas afectadas, porcentaje de reducción del follaje, número de granos afectados y de corazones muertos (Cardona y González 1981, Galvis et al. 1982). Esta herramienta permite comparar el nivel poblacional de la plaga con el UA y el NDE, establecido para cada plaga-clave (Galvis et al. 1982).

La distribución de los insectos-plaga en los campos de arroz, depende del patrón de comportamiento propio de su naturaleza. Además, la presencia de las malezas en el campo y áreas aledañas, así como la colindancia de cultivos de arroz en diferentes fases de desarrollo fenológico, influye en la tasa de incremento y distribución de la plaga (López 1996). En función de lo antes expuesto, se recomiendan de cuatro a cinco localidades de muestreo por hectárea, considerando 20 batidas de red simple por punto de muestreo, utilizando diferentes recorridos, sean éstos en forma de w, x o / (Pantoja et al. 1997). El número de puntos de muestreo puede variar, en función del tamaño de la parcela y el grado de precisión que se desee obtener. Posteriormente, con el promedio de las muestras se considera si sobrepasa el UA, para tomar la decisión de manejo.

La toma de decisión de manejo para la plaga-clave, depende de algunos aspectos, como es el análisis de la información disponible sobre la plaga, el daño que provoca, el complejo de enemigos naturales y la relación costo-beneficio en la rentabilidad de la producción (Bommer 1986). La etapa considerada en este procedimiento es la comparación de la población de las plagas, obtenido por medio de los muestreos en campo, con el UA definido por plaga.

Además, de los métodos de manejo utilizados, también existen algunas prácticas en el cultivo que influyen de manera directa o indirecta sobre la población de plagas. Entre éstas se menciona, la buena preparación del suelo, el manejo del agua, la densidad de siembra, fertilización, control de malezas, sincronización de la siembra, siembra de variedades con algún grado de resistencia al virus de la hoja blanca y la rotación de cultivos (Morales 2004, Pineda y Jennings 1983).

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP) EN ARROZ Y SU COMPATIBILIDAD CON EL MANEJO DEL AGROECOSISTEMA

De acuerdo a Pantoja (1997), el desarrollo de un programa efectivo de manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz, depende de algunos elementos importantes, entre ellos:

1. El conocimiento de las principales plagas-claves, sus hábitos, ciclo biológico y la fase del ciclo de vida en que causa daño.
2. Los factores agronómicos y climáticos que influyen en el desarrollo de la plaga.
3. La relación entre la densidad poblacional de la plaga con la pérdida en rendimiento del cultivo.

Si se analizan las variables citadas anteriormente, se destacan cuatro plagas-claves de insectos en el cultivo de arroz, para las zonas productoras de país.

El enfoque actual para el manejo de insectos-plaga en Panamá, ha sido dirigido para *Hydrellia* sp., *Lissorhoptrus* sp., *Tagosodes orizicolus* y *Oebalus insularis* (Cuadro 1) (Estrada 1988, Ferreira Lima 1951, Ferreira 1998, Zachrisson 1991, 1998, 1999d). Por otro lado, se debe considerar el complejo de enemigos naturales (parasitoides, depredadores y entomopatógenos) (Zachrisson 1999a), en la toma de decisiones para el manejo de plagas en el agroecosistema de arroz (Cuadro 2). El programa de manejo de plagas en el cultivo de arroz, que inicialmente excluía el ácaro *Steneotarsonemus spinki*, posteriormente se incorporó adecuando métodos compatibles, considerándose el cultivo como eje central del programa de manejo que se implemente (Barfield 1989, Bommer 1980).

CUADRO 1. PLAGAS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), EN LA REGIÓN ORIENTAL DE PANAMÁ.

Especie	Estado fenológico susceptible	Grado de importancia	Nivel de daño económico (umbral de acción, nivel de infestación)
<i>Phyllophaga</i> sp.	Establecimiento	3	Sin definir
<i>Lissorhoptrus</i> sp.	Establecimiento	2	5 larvas/raíz
<i>Hydrellia</i> sp.	Vegetativo	2	Sin definir
<i>Tagosodes orizicolus</i>	Vegetativo-Reproductivo	1	2 insectos/batida de red (1 a 2 hojas) 4 insectos/batida de red (3 a 4 hojas) Un insecto/batida de red (en presencia del Virus de la Hoja Blanca del Arroz – VHBA)
<i>Tibraca limbativentris</i>	Vegetativo-Reproductivo	3	Sin definir
<i>Diatraea tabernella</i>	Vegetativo-Reproductivo	2	Sin definir
<i>Diatraea saccharalis</i>	Vegetativo-Reproductivo	2	Sin definir
<i>Rupela albinella</i>	Vegetativo-Reproductivo	3	Sin definir
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Vegetativo-Reproductivo	2	20 larvas/batida de red
<i>Steneotarsonemus spinki</i>	Vegetativo-Reproductivo	1	Nivel de Infestación (%): a. Intenso (Más de 50% de plantas infestadas). b. Medio (de 25 a 50% de plantas infestadas).
<i>Mocis lactipes</i>	Vegetativo-Reproductivo	3	Sin definir
<i>Panoquina</i> sp.	Vegetativo-Reproductivo	3	Sin definir
<i>Oebalus insularis</i>	Reproductivo-Maduración	1	Un insecto/batida de red

Grado de importancia:

1- Muy importante;

2- Importante, por la capacidad de adaptación al cultivo del arroz;

3- Moderadamente importante, dependiendo de la región.

CUADRO 2. ARTRÓPODOS BENÉFICOS Y AGENTES ENTOMOPATÓGENOS, ENCONTRADOS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), EN LA REGIÓN ORIENTAL DE PANAMÁ.

Plaga	Enemigo Natural	Localidad	Incidencia
<i>Diatraea tabernella</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i> (parasitoide oófago); <i>Cotesia flavipes</i> (Parasitoide larval)	Chepo, Panamá	Reducida
<i>Rupela albinella</i>	<i>Telenomus</i> sp. (parasitoide oófago)	Felipillo, Chepo	Moderada-Abundante
<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i> (parasitoide oófago);	Felipillo, Pacora; Panamá	Moderada
<i>Tagosodes orizicolus</i>	<i>Anagrus</i> sp. (Parasitoide oófago)	Chepo, Panamá	Reducida
<i>Steneotarsonemus spinki</i>	Ácaro depredadores (Phytoseiidae), <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metharrizium anisopliae</i> y <i>Verticillium lecanii</i> (entomopatógenos)	Chepo, Panamá	Moderada
<i>Panoquina</i> sp.	<i>Nomureae rileyi</i> (hongo)	Pacora, Panamá	Reducida
<i>Oebalus insularis</i>	<i>Trissolcus basal</i> , <i>Telenomus</i> <i>Podisi</i> (parasitoides oófagos)	Río Hato, Coclé; Chepo, Panamá	Moderada-Abundante

PLAGAS DEL ARROZ (*Oryza sativa*)

Lissorhoptrus sp.

Bioecología:

El género *Lissorhoptrus* (Coleoptera: Curculionidae), representa uno de los principales insectos-plaga de importancia económica para el cultivo de arroz bajo el sistema de riego, el cual se alimenta de las raíces de las plántulas recién germinadas (Ferreira Lima 1951a). De esta forma, tanto el anclaje como la absorción de los nutrimentos son afectados, retardando así el crecimiento y provocando la marchitez en las plantas.

Aspectos relacionados con la bioecología de la plaga, destacan la dificultad de control de la fase larval, que es la responsable de causar el principal daño al cultivo (Dario et al. 1997, Guedes et al. 1997, Paiva Castro 1991). La oviposición se da en el interior del tallo, próxima a lámina de agua, lo que señala la influencia positiva de factores abióticos como la humedad relativa sobre la elevada viabilidad de los huevos. El gorgojo de agua o gorgojo acuático, pone sus huevos en la epidermis del tallo, estos son de color blanco, cilíndricos con los extremos redondeados, la duración de esta fase varía entre 5 y 14 días (Pantoja et al. 1997, Prando y Neto 1997). Al momento de la eclosión de la larva, ésta cae al agua y busca el lodo; en donde se aloja y, posteriormente, se adhiere a la raíz de la planta (Pantoja et al. 1997). Por lo que, una de las prácticas comúnmente recomendadas para el control del gorgojo, es el drenaje de

los campos. Esta medida de manejo reduce la tasa de oviposición y el daño ocasionado por las larvas al sistema radicular. Sin embargo, las larvas pueden sobrevivir hasta un período de tres meses, en condiciones de estrés, por la reducción de la humedad del suelo (Prando y Stuker 1997). Por otro lado, el drenaje de los campos con síntomas de daño, somete las plantas a mayor estrés, atribuido esto a la competencia de las malezas y la baja disponibilidad de agua y nutrimentos (Pantoja et al. 1997).

Las larvas se caracterizan por presentar una coloración blancuzca, sin patas (apodas), la cabeza es reducida y poseen estructuras que facilitan la adherencia a la raíz (Figura 1); además del incremento en la absorción de oxígeno. Esta fase es considerada la más perjudicial para el cultivo, el cual dura aproximadamente 30 días, dependiendo de la temperatura del ambiente en donde se desarrolla (Paiva Castro 1991).

La pupa es encontrada en una celda ovalada de barro, adherida a la raíz de la planta, esta fase del ciclo biológico puede variar entre 5 y 14 días, en esta etapa es donde se dan las transformaciones morfológicas, convirtiéndose en adulto. El adulto mide aproximadamente 3 mm de largo y es de color marrón grisáceo, presentando en el dorso estrías longitudinales, las antenas presentan un color rojizo (Figura 2). La longevidad del adulto supera los dos años, factor que acentúa el problema (Prando y Neto 1997). La presencia de adultos de ambos sexos, debe correlacionarse con el daño causado a la raíz y el rendimiento del cultivo. La alta infestación del gorgojo en la siembra con semilla pregerminada, obliga a los agricultores a replantar los campos debido a los severos daños causados por el adulto (Prando y Stuker 1991).



Figura 1. Larva de *Lissorhoptus* sp.



Figura 2. Adulto de *Lissorhoptus* sp.

Daño:

El ataque y consumo de la raíz de la planta, produce marchitez, retardo de crecimiento, perturba la absorción de nutrimentos y debilita el anclaje de la raíz al suelo (Figura 3). El adulto raspa la epidermis de la hoja en forma longitudinal, daño que es considerado de poca importancia, cuando es comparado con el provocado en la raíz (Figura 4).

El drenaje de los campos reduce la oviposición del insecto, sin embargo, la larva puede sobrevivir hasta tres meses, en condiciones de baja humedad del suelo. Esta práctica produce pérdidas de nitrógeno y reduce el control de las malezas, por el lavado del herbicida (Pantoja et al. 1997).



Fotografía: Nakano 1972.
Figura 3. Daño causado a la raíz de plántulas de arroz, por *Lissorhoptrus* sp.



Figura 4. Daño causado por *Lissorhoptrus* sp. a la hoja de arroz.

Hospederos alternos:

Algunas gramíneas acuáticas hospedan, tanto a larvas como a los adultos. Los adultos se encuentran con frecuencia en el pasto Johnson (*Sorghum halepense* L.) (López 1996), el cual es muy común encontrarlo en los arrozales.

Muestreo y nivel de daño económico:

Las plantas colectadas son transferidas a bolsas plásticas, para proceder al conteo de larvas adheridas a las raíces. Éstas son lavadas a presión junto con el suelo sobre cedazos de diferentes tamaños de malla (40 a 60), de manera que el suelo se filtre con el agua y se pueda observar, fragmentos de raíces y larvas. El conteo de larvas se puede realizar aplicando una solución salina para observar las larvas flotando (Pantoja et al. 1997).

El umbral de acción, a pesar que no se ha definido para América Latina, en los Estados Unidos se considera de 4 a 5 larvas/planta, seleccionadas al azar (Pantoja et al. 1997, Paiva Castro 1991).

Hydrellia sp.

Bioecología:

El minador de la hoja, *Hydrellia* (Diptera: Ephydriidae), ha adquirido importancia económica, en los últimos años, debido a la tendencia de aumentar la superficie de arroz bajo el sistema de riego y a la elevada humedad relativa, factor abiótico que ha favorecido el incremento de la plaga (Pantoja y Salazar 1993). A pesar de ser considerada una plaga del sistema de arroz bajo riego, también puede afectar el arroz de secano, en condiciones de elevada precipitación pluviométrica. El comportamiento de este insecto se atribuye a la presencia de la lámina de agua, acumulada en los terrenos producto del desnivel del suelo (Ferreira Lima 1951). En los últimos años, esta plaga ha adquirido relevancia, en función del daño provocado al cultivo, considerándose como una plaga-clave, para Panamá. Este antecedente, permite definir el status de *Hydrellia*, desde la perspectiva de la bioecología y comportamiento del insecto, relacionado con la arquitectura y velocidad para el desarrollo varietal del cultivo (Pantoja et al. 1997). En Colombia, el ataque de la plaga se acentuó significativamente al introducirse la variedad Oryzica 1, lo que ha provocado el aumento del costo de producción. La situación observada, se puede atribuir, entre otras cosas, al incremento del número de aplicaciones de insecticidas; además del comportamiento característico de la plaga relacionado con el perfil de agua (hidrofílico) en las parcelas (Weber et al. 1989). La elevada humedad

relativa, aproximadamente de 98%, favorece la eclosión de los huevos que se introducen en el tejido parenquimatoso de la hoja, formando galerías o minas. La fase de pupa, se desarrolla en las galerías o minas (Pantoja et al. 1997, Galvis et al. 1982).

Los adultos de *Hydrellia*, también presentan este comportamiento hidrofílico, en función del rango de vuelo de 10 cm sobre la superficie del agua, entre las 6:00 y 10:00 a.m. Los aspectos antes mencionados sugieren el manejo del perfil del agua y el drenaje de las parcelas, sin embargo, la medida favorece la proliferación de malezas, reduce el efecto de la fertilización, producto del lavado tanto de los herbicidas, como del nitrógeno (King y Saunders 1984). Así, la integración del manejo cultural, basado en la distribución uniforme de la semilla y el aumento de la densidad de siembra, es una medida que reduce la exposición del insecto a la lámina de agua (Weber et al. 1989). Además, aspectos como la siembra de variedades que posean hojas erectas y de crecimiento acelerado, podrían reducir la tasa de oviposición de este insecto. Recientemente, producto del ataque del ácaro *Steneotarsonemus spinki*, se recomienda el tratamiento a la semilla como una medida compatible para la reducción de plagas como *Lissorhoptrus* sp. e *Hydrellia* sp.

El control natural, por medio del impacto que pueda causar el complejo de parasitoides, sobre la población de *Hydrellia* sp., es una medida asociada al uso racional y selectivo de productos químicos. Existen registros de parasitoides, atacando larvas (*Opios* sp.) y pupas (*Trybliographa* sp.), lo que afecta a la población de *Hydrellia wirthi* (Moreno et al. 1990). Sin embargo, son pocos los datos de campo, que se tienen en relación al parasitismo de este complejo de parasitoides sobre *H. wirthi*. De esta manera, se destaca la posibilidad de reducir la población de la plaga, a través de la implementación de programas de manejo integrado de plagas (MIP) y del cultivo (MIC).

La hembra oviposita sobre las hojas cercanas a la superficie del agua, éstas son de color crema, estriados, alargados y fusiformes; y prefiere el haz de la hoja para la colocación de los huevos individualmente. El promedio de postura es de 10.5 huevos/m². La tasa de oviposición aumenta en plantas que tienen 15 días de germinadas. La humedad relativa próxima a 98%, favorece la incubación y supervivencia del huevo (Weber et al. 1989).

Las larvas provocan el daño en las hojas, observándose minas o galerías. Se presentan con una coloración blanquizca y sin presencia de patas, en su extremo anterior se observa un lóbulo que constituye la cabeza y pueden medir hasta 2 mm de longitud. La fase inmadura se desarrolla en el tejido esponjoso de la hoja, completándose en un periodo entre 7 y 10 días (Galvis et al. 1982, Pantoja et al. 1997). Al observarse la hoja a contraluz, se puede apreciar la larva dentro de las galerías, en forma de minas. La pupa de forma ovoide, se localiza en el interior de la vaina de la hoja y presenta una coloración parda intensa, midiendo aproximadamente 2 mm de longitud.

El adulto de *Hydrellia* sp., posee una coloración negra, con un par de alas translúcidas, con tamaño de 2 a 3 mm de largo y de 3 a 4 mm de envergadura (distancia entre las alas). El tórax está marcado con franjas de color gris claro. La actividad de oviposición de los adultos se desarrolla de forma más intensa en las hojas tiernas más próximas al agua (Weber et al. 1989).

Daño:

Al eclosionar el huevo, las larvas perforan la lámina foliar y se alimentan del tejido esponjoso, dejando cicatrices, minas o galerías de color claro. Las minas miden inicialmente de 0.1 a 0.2 mm de ancho y cuando se agrupan o se fusionan, la región distal de la hoja presenta necrosis de los tejidos (Pantoja et al. 1997).

La arquitectura de la planta parece ser un factor importante en la oviposición de la plaga y consecuentemente del daño ocasionado por el insecto. La planta que posee hojas erectas y de crecimiento rápido es menos ovipositada (Weber 1989). En caso de que la larva ataque el punto de crecimiento de la plántula, puede retardar el desarrollo de ésta y causarle la muerte. La sintomatología del daño radica, principalmente, en el enrollamiento de la región apical de la hoja. El daño es parecido al provocado por el nematodo *Aphelenchus besseyi*, con excepción del estrangulamiento en el tejido foliar como lo hace *Hydrellia* sp.

Cuando la población de la plaga sea elevada, la densidad de las plántulas puede reducirse. Sin embargo, no se ha logrado correlacionar el daño del cultivo con la densidad poblacional del insecto, y ésta a su vez con la reducción del rendimiento. En general, el daño causado por *Hydrellia* sp., se relaciona de manera indirecta con la merma en el rendimiento del cultivo, en función de la reducida área fotosintética de la hoja afectada. Además, esta sintomatología se da en la etapa inicial del cultivo, lo que permite, posteriormente, la recuperación de la planta.

Hospederos alternos:

Debido a la poca importancia de la plaga en el cultivo, se desconocen los hospederos alternos para este insecto; sin embargo, se ha observado la presencia de larvas en arroz rojo y varias especies de *Echinochloa* sp. (López 1996).

Muestreo y nivel de daño económico:

En caso de que la distribución de la plaga fuera endémica y su población fuera elevada, se podría dirigir el muestreo a las áreas en donde existen sitios de poca densidad de plantas y parches de agua (Pantoja y Salazar 1993, Pantoja et al. 1997). Ocasionalmente, esta plaga puede presentar poblaciones elevadas, que redunden significativamente en el rendimiento. Por otro lado, las medidas de manejo de la plaga, recientemente implementadas, por medio del tratamiento de semillas, podrá ser una solución al problema. El umbral de acción (UA) y el nivel de daño económico (NDE), no se han definido, debido a que no se ha podido correlacionar el daño o la densidad del insecto con la reducción del rendimiento. A pesar de esto, se puede medir el daño en función del porcentaje de plantas con presencia de hojas afectadas o resacas, producto de las galerías donde se encuentra la larva (Pantoja et al. 1997).

Tagosodes orizicolus

Bioecología:

En Panamá, *Tagosodes orizicolus* se considera una de las plagas claves para el cultivo de arroz, en función del daño mecánico que provoca la inyección de toxinas en la planta y, además, por considerarse un vector de fitopatógenos, del virus de la hoja blanca del arroz (VHBA). En este sentido, es importante considerar que las poblaciones transmisoras de virosis, pueden ser de dos tipos: Potencial o de transmisión vertical (transovariana) (Morales 2004, Pantoja et al. 1997, Pineda y Jennings 1983). El manejo recomendado para la población que causa daño mecánico y aquella que transmite virosis, varía de acuerdo al nivel de daño económico definido; además, la estrategia de manejo difiere en función de la utilización de variedades resistentes al VHBA y a los tipos de productos recomendados (Vivas 1991). El aparato bucal es del tipo chupador, compuesto por un estilete, que inocula toxinas o virosis en los vasos conductores de la planta.

La sogata como mejor se le conoce *T. orizicolus*, causa un daño inicial que radica en hacer perforaciones o incisiones en las hojas para alimentarse u ovipositar, siendo un comportamiento normal para todos los insectos que inician su ciclo biológico. Las posturas ocurren internamente en el mesófilo de la hoja, o sea endofítica, los huevos presentan forma ovalada, son de color blanco y el número de huevos puede ser aproximadamente de 200, ovipositados en un intervalo de tres días. El estado ninfal del insecto consta, generalmente, de cinco estadios, se inicia a partir de la

eclosión de la ninfa que migra al exterior de la hoja. Las características morfológicas que presenta el estado ninfal, se define por medio de dos franjas longitudinales de color marrón, que persisten en el estado adulto (Galvis et al. 1982). El adulto presenta alas membranosas, la hembra presenta coloración amarilla, siempre más clara que el macho; y en cuanto al tamaño el macho es menor que la hembra, midiendo de 2 a 3 mm (Figura 5). La longevidad del adulto puede durar entre 14 y 24 días, para los machos y de 24 a 36 días para las hembras, lo que favorece el incremento de la tasa de oviposición.

La duración del ciclo puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales, principalmente a la variación de la temperatura (Pantoja et al. 1997).

Daño:

La excreción de sustancias azucaradas sobre el follaje, favorece el crecimiento del hongo *Capnodium*, mejor conocida como fumagina, lo que reduce la superficie fotosintética de la hoja. Además de la inyección de toxinas, el daño principal se da por medio de la transmisión de virus, que produce el VHBA. En este sentido, se debe considerar poblaciones de la plaga que causan daño mecánico y pueden transmitir la virosis potencialmente y de manera vertical (transovariana) (Morales 2004, Zachrisson 2005b). De acuerdo a la categorización del daño, se puede adecuar la estrategia de manejo, en función de la situación observada en campo (Cuadro 1). La hipótesis para el manejo del factor clave de mortalidad del insecto vector del fitopatógeno, es en la fase de huevo que evita la transmisión de la virosis por ninfas o adultos. En este sentido, existen reportes de la presencia de parasitoides oófagos, en especies de insectos de la familia Delphacidae y para *T. orizicolus*, se ha registrado para Panamá el género *Anagrus*. Este podría presentarse como un agente que promueva la reducción de la tasa de infección de la virosis VHBA.

La sintomatología observada en las hojas, se caracteriza por la presencia de bandas blancas, moteado clorótico o amarillamiento y variegación o mosaico (Figura 6). En la panícula se presenta la deformación y distorsión del eje de la espiga; además, ésta presenta manchado de grano y saneamiento; también, la planta presenta una reducción en el número de macollos, así como en la altura de la planta. Esta última característica define la respuesta de la planta a la infección del VHBA, que a pesar de presentar menor altura, aumenta el número de hojas para compensar la disminución de la superficie fotosintética afectada por la virosis (Galvis et al. 1982, King y Saunders 1984).

La presencia del virus en el insecto-vector (potencial), puede reducir la fecundidad de las hembras y disminuir la viabilidad de las ninfas de *T. orizicolus*. En este sentido, la longevidad del adulto de la plaga se ve afectada por la presencia del virus en el intestino del vector, reduciendo la misma (Jennings y Pineda 1971). Generalmente, la población de insectos-vectores no sobrepasan el 1%, sin embargo, niveles superiores al 5%, indican el inicio de la epizootia de la virosis. Ya el 15% de la presencia de insectos-vectores sobre la población total de insectos, sugiere que la epizootia del virus VHBA alcanzó niveles elevados (Pantoja et al. 1997).



Fuente: King y Saunders 1984.
Figura 5. Adulto de *Tagosodes orizicolus*.



Fuente: Zachrisson 2014.
Figura 6. Sintomatología del virus de la hoja blanca (VHBA).

La definición de la correlación entre la tasa de la población vectora del VHBA y el grado de resistencia varietal, se observa en el Cuadro 3.

Hospedantes alternos:

La *Echinochloa* sp. es considerada como el único hospedero de *T. orizicolus* y se presenta como reservorio del VHBA (López 1996, Pantoja et al. 1997).

CUADRO 3. RELACIÓN ENTRE LA TASA DE POBLACIÓN DEL INSECTO VECTOR DE VHBA Y EL GRADO DE RESISTENCIA VARIETAL DE LA PLANTA.

Porcentaje de insectos vectores/ Total de insectos	Variedad recomendada
Inferior al 1%	Cualquier variedad (Riesgo de la epizootia reducida).
1 a 6%	Variedad de resistencia intermedia – MR. (Riesgo de la epizootia elevada, en el caso que se utilice una variedad susceptible).
Superior al 6%	Variedad resistente – R.

Muestreo y nivel de daño económico:

En los países de centroamérica y algunos países de suramérica, se ha reportado como una plaga que incide negativamente en la producción (Galvis et al. 1982, King y Saunders 1984, Pantoja et al. 1997). En Venezuela, se estima que de 15 a 20 ninfas o adultos por pase doble de red, pueden causar mermas económicas (Vivas 1991). En Colombia, se considera que el nivel de daño es de 2.5 individuos por pase de red, para plantas de arroz que tiene de 1 a 2 hojas y cuatro individuos por pase de red, cuando el cultivo presenta de 3 a 5 hojas (Arias et al. 1992, King y Saunders 1984).

La presencia del inóculo VHBA y del vector *T. orizicolus*, posterior a estudios realizados en la región oriental de Panamá, definió el nivel de un individuo por batida de red, el cual considera el nivel de daño económico (NDE), en este caso (Zachrisson 2005b). Lo que se le atribuye al índice de la población transmisora de la virosis, que puede originar el 10% de plantas con la infección. El método de muestreo considerado para la población del insecto, es la batida de red y para determinar la tasa de infección, se evalúa el porcentaje de plantas cloróticas, con la sintomatología típica del agente causal el VHBA/m² (King y Saunders 1984, Pantoja et al. 1997).

Steneotarsonemus spinki

Bioecología:

El ácaro fitófago *Steneotarsonemus spinki*, mejor conocido como el ácaro de la vaina del arroz, fue reportado en Panamá en octubre de 2003, en las provincias de Coclé y Panamá (Camargo et al. 2006). En este sentido, Panamá fue el primer país de América continental en registrar la presencia de esta plaga, la cual es considerada la más importante para el cultivo de arroz en Asia tropical (Camargo et al. 2006), en donde se destaca su asociación con el hongo *Sarocladium oryzae*.

Los trabajos iniciales, consideraron aspectos sobre la bioecología, dinámica poblacional y la determinación de los hospederos alternos de la plaga. La duración del ciclo de vida del ácaro, depende de algunos factores abióticos, entre estos la temperatura y humedad relativa. De acuerdo a Ramos y Rodríguez (2000), una temperatura inferior a 15°C es letal para esta plaga, ya que a 20°C el ciclo dura aproximadamente 11 días y a 28°C el ciclo se reduce a ocho días, presentando mayor número de generaciones. En Panamá, la variación de temperatura entre 23 y 32°C, influye directamente sobre el ciclo de *S. spinki*, el cual varía entre 4 y 12 días (Camargo et al. 2006). El ciclo del ácaro, presenta la fase de huevo, ninfa y adulto. La etapa de huevo, se caracteriza por presentar una coloración blanca, con aspecto translúcido, de forma ovoide y se destaca como un dato relevante para el manejo de la plaga, que cada hembra puede ovipositar hasta 50 huevecillos en cinco días. En cuanto a la larva, presenta forma alargada y cuenta con tres pares de patas. A diferencia del estadio anterior, la fase adulta del ácaro tiene cuatro pares de patas, en donde ejemplares de ambos sexos son translúcidos, varían en el tamaño con relación al sexo, siendo el macho de mayor tamaño que la hembra. El macho en la fase adulta, el cuarto par de patas la utiliza para apretar y defenderse (Figura 7); y en la hembra esta estructura es de menor tamaño (Camargo et al. 2006).

Estudios realizados en Panamá, por Camargo et al. (2006), sugieren que temperaturas superiores a 25°C, humedad relativa de 80% e intervalos de sequía seguidos de lluvia en la fase de crecimiento, favorecen el incremento en la población de *S. spinki*. La presencia de algunas variables agronómicas, como la densidad de siembra por encima de 3 qq/ha y la aplicación de dosis elevada de nitrógeno, influyen en el aumento en la población de la plaga. De esta manera, los estudios de dinámica poblacional y análisis de los factores climáticos, indicaron que entre mayo y octubre, se registraron las mayores poblaciones de *S. spinki*. La hembra se disemina a otras áreas de producción, como estrategia de sobrevivencia y se desarrolla cuando el cultivo presenta condiciones propicias.

Daño:

Los síntomas se observan inicialmente en la fase vegetativa, con la aparición de manchas marrones en las vainas de las hojas, en plantas jóvenes. Sin embargo, las poblaciones del ácaro se incrementan gradualmente a medida que transcurre la fase fenológica del cultivo (Camargo et al. 2006).

Los mayores niveles poblacionales de *S. spinki* se encuentran en la vaina de la hoja bandera, la cual presenta pudrición visible a lo largo de los bordes. En la fase reproductiva, se presentan panículas vanas y algunas presentan



Figura 7: Vista del macho de *Steneotarsonemus spinki* (microscopio electrónico).

curvaturas anormales del pedúnculo, comúnmente llamado pico de loro (Figura 8) (Camargo et al. 2006) y en esta etapa, es cuando se dan las mejores condiciones para la alimentación y desarrollo de la plaga. Investigaciones realizadas por Zachrisson (2007) indican que la incidencia de la población de la plaga se reduce a medida que la fecha de siembra se realiza en épocas más secas.

El daño directo en el cultivo, se da al momento en que la plaga se alimenta del tejido vegetal y extrae la sabia o el contenido celular (Figura 9), que se encuentra en las vainas de las hojas o en los granos, promoviendo la deshidratación, necrosis y muerte del tejido (Camargo et al. 2006). Además, se da la inoculación de toxinas en el interior del tejido que conforma el grano, impidiendo el llenado del mismo e incrementando la tasa de saneamiento de la panícula, aspecto que afecta el rendimiento.

El daño indirecto en la planta, provocado por el transporte del hongo *S. oryzae* sobre el cuerpo del ácaro *S. pinki*, el cual sirve como vehículo de las estructuras reproductivas del hongo, para que se dé la inoculación del patógeno en el interior de la vaina de la hoja. La infección provocada en el tejido vegetal, por la inoculación del hongo, restringe la emergencia de la panícula, promueve el vaneado y el manchado del grano (Camargo et al. 2006). Quirós et al. (2005), concluyeron que las mermas en el rendimiento de parcelas con riego, variaron entre 17 y 23.5%; a diferencia de las parcelas de secano donde el rendimiento disminuyó entre 34.7 y 74.2%.

Hospedantes alternos:

A la fecha, solamente se ha reportado un huésped para el ácaro *S. pinki*, el arroz. Sin embargo, se destaca que existen plantas consideradas albergues, las cuales pueden alojar temporalmente la plaga, sin que ésta complete su ciclo biológico, lo cual es importante como enfoque de la estrategia de manejo de las malezas, en el interior de la parcela de producción. De manera semejante, se destaca el manejo de las malezas que pueden servir como albergue de la plaga, cuando éstas se encuentran fuera de los límites de las parcelas.

En vista que frente a una elevada tasa de sobrevivencia de *S. pinki*, asociada a la fecha de siembra ideal, se puede propiciar la migración hacia el interior del área sembrada.

Muestreo y grado de infestación:

El muestreo del ácaro debe realizarse a partir de la etapa del primordio floral hasta grano lechoso, y se debe tomar tres tallos al azar en 10 puntos del campo, totalizando 30 tallos (Camargo et al. 2006). El recorrido de muestreo, puede ser en forma diagonal al campo; sin embargo, se puede considerar el recorrido en forma de w o x, siempre que se mantenga el principio de aleatoriedad (Figura 10). La observación de la plaga se puede realizar en el campo, por medio de lupas con aumento de 10x ó 20x, considerándose tres puntos en cada vaina (basal, central y apical) (Figura 10). Las etapas fenológicas consideradas son la fase vegetativa, reproductiva y maduración. Los muestreos realizados para fines de investigación, son efectuar entre el inicio del ahijamiento y la diferenciación de primordio, considerándose las vainas de las primeras hojas, partiendo de la base hacia el ápice de la planta (Camargo et al.



Figura 8. Deformación del grano en forma de pico de loro.



Figura 9. Daño directo ocasionado por *Steneotarsonemus pinki* (tejido deshidratado y necrótico).

2006). En las parcelas comerciales, los muestreos se inician a partir del primordio floral hasta la etapa de grano lechoso. Para efecto de determinar el porcentaje de infestación, se considera la totalidad de plantas muestreadas en cada punto de colecta (Cuadro 4). La tasa de infestación se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Inf.} = [\text{total de plantas infestadas} / \text{total de plantas muestreadas}] \cdot 100.$$

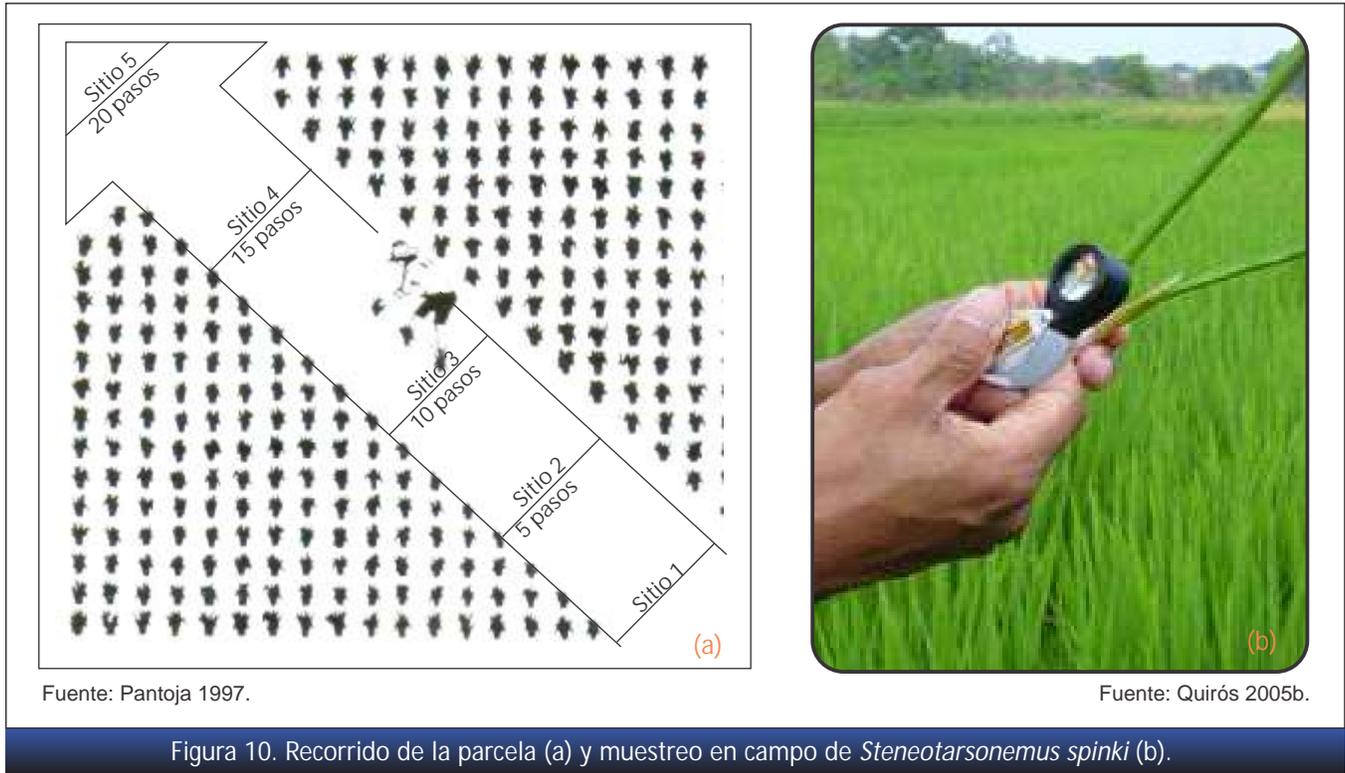


Figura 10. Recorrido de la parcela (a) y muestreo en campo de *Steneotarsonemus spinki* (b).

CUADRO 4. GRADO Y NIVEL DE INFESTACIÓN DE *Steneotarsonemus spinki*, EN ARROZ.

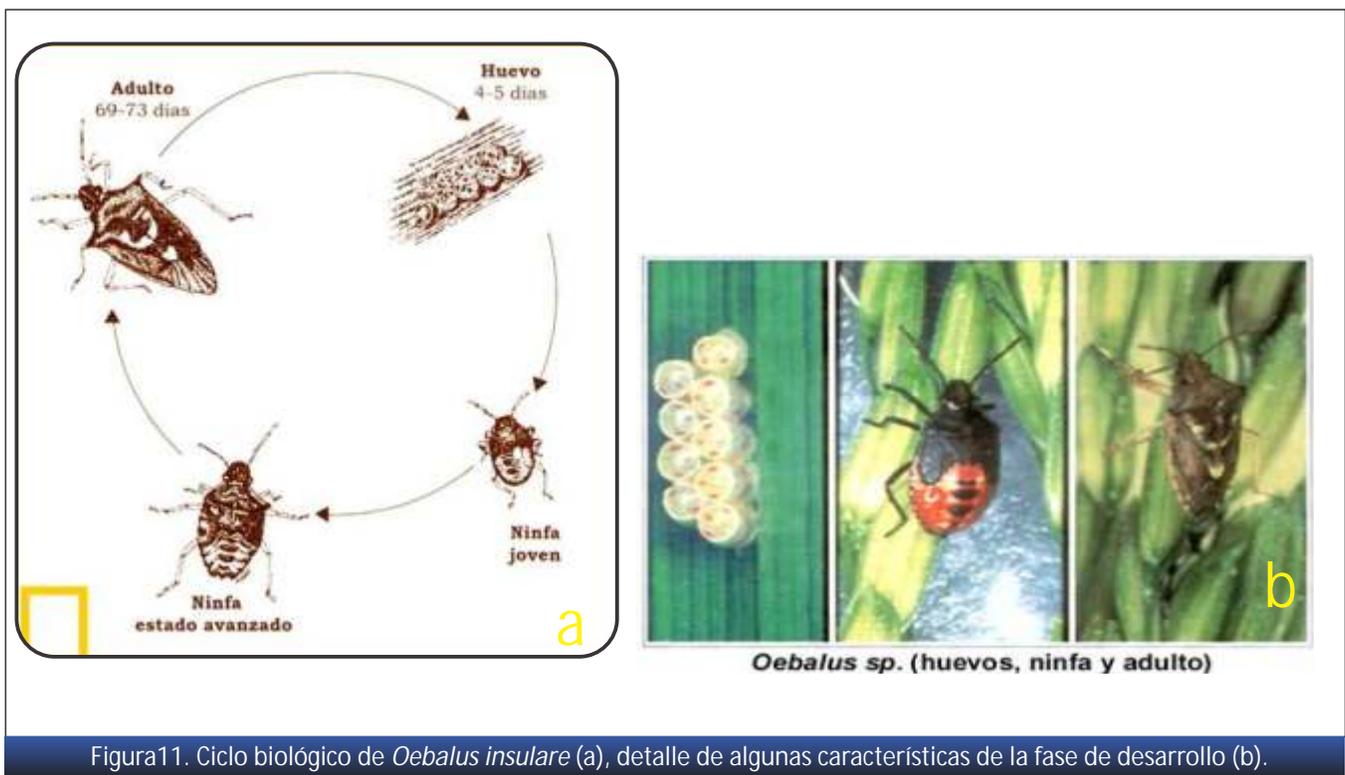
Grado de infestación	Nivel de infestación (%)
Libre	Sin plantas infestadas
Presencia	15% de plantas infestadas
Ligero	16 - 25% de plantas infestadas
Medio	26 - 50% de plantas infestadas
Intenso	Más de 50% de plantas infestadas

De acuerdo a lo presentado, se recomienda el manejo de la plaga a partir del periodo de embuchamiento a inicio de la emergencia de la panícula, cuando se detecta la presencia de ésta.

Oebalus insularis

Bioecología:

El chinche del arroz como se le conoce comúnmente a *Oebalus insularis*, pasa por tres etapas de desarrollo, huevo, ninfa y adulto, razón por la cual el ciclo de vida es llamado incompleto o hemimetábolo (Pantoja et al. 1997). El ciclo de vida es regulado principalmente por la temperatura, que es considerada un factor abiótico clave para la plaga, lo que indica que la duración del ciclo puede variar en función de esta variable. El huevo posee forma de barril y es ovipositado de manera ordenada y agrupada (Figura 11), formando dos filas sobre el envés de la hoja, aunque se pueden encontrar en las panículas y tallos. La coloración de estos puede variar, inicialmente son opacos o claros y se tornan rojizo, tonalidad que se acentúa a medida que llega a la etapa de eclosión de la ninfa (King y Saunders 1984, Zachrisson 2008). La ninfa de primer estadio, presenta un comportamiento gregario, y antes de pasar al estado adulto pasa por transformaciones morfológicas y fisiológicas, que corresponden a los cinco estadios ninfales. El último estadio ninfal se asemeja mucho al adulto (Figura 11), con la diferencia que las alas son rudimentales. El adulto presenta manchas amarillas en forma de escudo sobre el escutelo, el aparato bucal es del tipo hipognata y la coloración es chocolatosa (Ferreira 1998).



Las especies encontradas en la región, pueden ser: *O. insularis*, *O. pugnax* y *O. ornatos* (King y Saunders 1984). Sin embargo, la especie predominante para la región oriental de Panamá es *O. insularis* (Zachrisson 2008), registrándose poblaciones reducidas de *O. pugnax*, en donde la presencia de éstas es favorecida por la ocurrencia de algunas plantas hospedantes y de malezas (López 1996, Pantoja et al. 1997).

Daño:

La importancia de *Oebalus insularis*, radica en que se alimenta de granos recién formados (estado lechoso), succionando el contenido interno, provocando granos vanos e inyectando toxinas, afectando la apariencia del grano y la calidad de molinería (Figura 12) (Rice Production Handbook 1997). El vaneamiento y manchado del grano, es producto de las frecuentes picadas del insecto en el grano, facilitando la entrada del complejo de patógenos en la fase de estado lechoso. La capacidad de causar daño se reduce a medida que éste madura, en función de la fragilidad del aparato bucal del insecto a medida que se endurece el grano (King y Saunders 1984).

Hospedantes alternos

Este insecto se caracteriza por utilizar como hospederos alternos, algunas especies de malezas, entre las cuales tenemos: *Echinochloa colonum*, *E. crusgalli*, *Digitaria sanguinalis*, *Paspalum dystichum* y *P. virgatum*; encuadradas dentro de la familia de las gramíneas. Además, de las especies citadas se pueden considerar algunas leguminosas como el frijol y la soya, también ciperáceas (King y Saunders 1984, López 1996, Pantoja et al. 1997).

Muestreo y nivel de daño económico:

El método de muestreo más eficiente es la batida de red, donde la unidad de muestra es el número de individuos entre ninfas y adultos por batida. Se recomienda 20 pases de red o 10 pases dobles de red, por estación o sitio de muestreo; con un recorrido de la parcela en sentido diagonal, para evitar sobrestimar la población de la plaga, ya que ésta se concentra en los bordes de los campos (King y Saunders 1984, Pantoja et al. 1997). Algunos autores, indican diferentes niveles de daño económico (NDE), para *O. insularis*: a) 3 chinches/espiga; b) 5 ninfas o adultos/pase doble de red; c) 5 chinches/10 pases de red; durante las dos semanas siguientes al 75% de emergencia de panículas (Pantoja et al. 1997).

Manejo recomendado:

En Panamá, se han realizado estudios sobre la dinámica poblacional de *O. insularis*, sin embargo, no se ha considerado el impacto del control natural por parasitoides oófagos, sobre la población de la plaga (Zachrisson 2005a).

En la actualidad, no se conoce resistencia varietal al chinche, lo que dificulta su control en función de lo antieconómico y poco práctico del control químico, a inicios de la floración (Galvis et al. 1982). Por otro lado, la distribución de la plaga se presenta en los bordes de las parcelas, por lo que la aplicación de insecticidas no ofrece garantía de un control eficiente y además, incrementa el costo de producción. Por lo antes expuesto, es viable considerar el control biológico, dirigida a la fase de huevo, evitando la entrada de patógenos al interior del grano, daño ocasionado por ninfas y adultos, lo que permitiría reducir las pérdidas por enfermedades. En este sentido, se



Figura 12. Adulto de *Oebalus insularis*, alimentándose de granos en fase lechosa.



Figura 13. *Telenomus podissi* parasitando masa de huevos de *Oebalus insularis*.

han registrado varias especies parasitando el género *Oebalus*, entre las cuales se pueden citar, *Telenomus latifrons*, *T. podisii* (Ashmead) (Fam. Scelionidae) (Figura 13) y *Encyrtus anasae* (Ashmead) (Fam. Encyrtidae) (Pantoja et al. 1997). Este método de control se sustenta a partir de la integración y compatibilidad con los programas de manejo integrado de plagas (MIP).

RESUMEN

La información observada en el presente documento, preparada y desglosada en las diferentes áreas temáticas, presenta elementos básicos y aplicados, para el manejo de las plagas en el cultivo de arroz.

Se incorpora de manera didáctica información relacionada a la bioecología, daño, hospederos alternos, tipo de muestreo, nivel de daño económico y manejo recomendado, para los insectos claves del cultivo de arroz, para Panamá. Por lo cual, se han considerado especies de insectos que colonizaron y se adaptaron al cultivo, durante la última década, como lo son la *Hydrellia* sp. y *Lissorhoptrus* sp. Además, se mencionan otras especies comúnmente conocidas como *Tagosodes orizicolus* y *Oebalus insularis*, con amplia distribución en el continente americano. Por último, el reciente brote del ácaro de la vaina del arroz (*Steneotarsonemus pinki*) en el agroecosistema de arroz, ha forzado la generación de conocimientos para el eficiente manejo de la plaga. De esta manera, los usuarios podrán implementar estrategias que reduzca la población de esta plaga, de acuerdo a las características agroclimáticas de las zonas de producción.

La visión de manejo de los insectos-plaga, enmarcado dentro de un contexto dinámico, multidisciplinar y multidimensional, debe realizarse de manera integral, propiciando la rentabilidad del cultivo. Razón por la cual, la integración de la información expuesta para la definición del programa de manejo de la plaga, sugiere la consideración de variables como la variedad utilizada, localidad, intensidad del ataque de los insectos, entre otros parámetros.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, E; Gutiérrez, A; Hernández, A; García, A; Zamora, N. 1992. Umbral económico para el control de sogata. *Arroz* 13 (2): 14-5.
- Barfield, CS; Stimac, JL. 1980. Pest management: an entomological perspective. *Bioscience* 30: 683-9.
- Barfield, CS. 1989. El muestreo en el manejo integrado de plagas. In Andrews, K; Quezada, JR. *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado actual y futuro*. El Zamorano, HN. 633 p.
- Bomer, R. 1980. Perspectives of plant protection in the world. In Russ, KS; Berger, H. eds. *Proceedings. International Symposium of IOBC/WPRS on integrated control in agriculture and forestry*. Viena. 1979. p. 17-22.
- Cardona, C; González, J. 1981. Barrenadores del tallo del arroz en América Latina y su control. Colombia, CIAT. 31 p. (Guía de Estudio, Serie 04SR-04.02).
- Camargo, I; Quirós, E; Von Chong, K; Zachrisson, B; González, F. 2006. Guía técnica para el manejo integrado del complejo Ácaro-Hongo-Bacteria, en el cultivo del arroz. Panamá, IDIAP. 38 p.
- Dario, GJA; Dario, PW; De Vicenzo, MCV. 1997. Controle Da Bicheira da raiz (*Oryzophagus oryzae*) na cultura do arroz (*Oryza sativa*) irrigado a través do tratamento de sementes com o inseticida Fitronil. In *Memória de XXII Reunião da cultura do arroz irrigado*. Camboriu, Itajaí, BR. 29 p.
- Daxl, R. 1989. Planificación y ejecución de un programa de investigación para el manejo integrado de plagas. In Andrews, K; Quezada, JR. eds. *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro*. El Zamorano, HN. 623 p.
- De Castro, EAS. 2004. Manejo Integrado de Plagas: Abundancia de insectos en arroz. *Arrocero Moderno*. p. 183-184.
- Estrada, F. 1988. Insectos asociados al arroz. Panamá, IDIAP. (Mimeografiado) 5 p.
- Ferreira Lima, AD. 1951a. "O Bicho do arroz". *Boletín Fitosanitario* 5 (1-2): 49-53.
- _____. 1951b. Pragas de arroz. *Boletín Fitosanitario* 5 (1-2): 49-53.
- Ferreira, E. 1998. *Manual de Identificação de Pragas do Arroz*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijao, Goiás, BR. 109 p.
- Galvis, Y; González, J; Reyes, J. 1982. Descripción y daño de los insectos que atacan al arroz, en América Latina. Colombia, CIAT. 36 p. (Guía de Estudio, Serie 04SR).
- Guedes, JVC; Acosta, EC; Dorneles, SHB. 1997. Eficiência de inseticida no controle da bicheira da raiz. *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Col; Curculionidae), em arroz irrigado. In *Memória del XXII Reunião da cultura da arroz irrigado*. Camboriu, Itajaí, BR. 21 p.
- Huffaker, CD. 1980. *New technology of pest control*. New York, Wiley. p. 425- 422.

-
- Jennings, P; Pineda, A. 1971. The effect of the hoja blanca virus on its vector. *Phytopatology* 61: 142-43.
- King, ABS; Saunders, JL. 1984. The invertebrate pests of annual food crops in central America. London, Overseas Development Administration. 166 p.
- López, HB. 1996. Importancia de las malezas en los Llanos Orientales de Colombia. *Arrocero Moderno* p. 173-175.
- Morales, F. 2004. La Hoja Blanca del Arroz. *Arrocero Moderno* p. 159-162.
- Moreno, A; Garcia-Roa, F; Garcia, E. 1990. Alteración de la población de *Hydrellia wirthi* y *Tagosodes orizicolus*, por la incidencia de agentes benéficos en el arroz (*Oryza sativa* L.). *Arroz* 40: 10-5.
- Paiva Castro, LM. 1991. Gorgulhos acuáticos do arroz, caracterização e control. *Arroceira* 44 (395): 7-14.
- Pantoja, A; Salazar, A. 1993. Ovipositional preference of the rice leaf miner, *Hydrellia wirthi* Korytk. (Diptera: Ephydriidae), on selected rice varieties. *Tropical Agriculture* 70 (4): 378-9.
- _____. 1997. Artrópodos relacionados con el arroz en América Latina. In Pantoja, A; Fisher, A; Correa-Victoria, F; Sanint, LR; Ramírez, A. eds. MIP en Arroz: Manejo Integrado de Plagas- Artrópodos, enfermedades y malezas. Centro de Internacional de Agricultura Tropical. p. 59-98.
- Prando, HF; Stuker, H. 1997a. Controle químico de gorgulhos acuáticos com tratamentos de mudas de arroz irrigado, e em "Benzedura" no sistema pre-germinado, em Santa Catarina. In Memoria del XXII Reunião da cultura da arroz irrigado. Camboriu, Santa Catarina, Itajaí, BR. 23 p.
- _____; Rosado Neto, GH. 1997b. Gorgulhos acuáticos (Coleoptera: Curculionidae), em arroz pre-germinado, em Santa Catarina. In XXII Reunião da cultura da arroz irrigado. Camboriu, Itajaí, BR. 25 p.
- Pérez, CR. 2004. Hongos entomopátogenos para el manejo de insectos fitófagos del arroz, en el Caribe Húmedo. *Arrocero Moderno* p. 179-182.
- Pineda, A; Jennings, P. 1983. La sogata (*Sogatodes oryzicola*) y el virus de la hoja blanca de arroz. Colombia, CIAT. 23 p. (Guía de Estudio, Serie 04SR-04.03).
- Quirós MC, E; Camargo, I; Caballero, E; Vega, F. 2005b. Evaluación de variedades comerciales y líneas avanzadas de ciclo intermedio al vaneado del arroz, ocasionada por el complejo *Steneotarsonemus pinki* + *Sarocladium oryzae*, bajo el sistema de riego y siembra directa. Informe Técnico, Panamá, IDIAP. 11 p.
- Ramos, M; Rodríguez, J. 2001. Aspectos biológicos y ecológicos de *Steneotarsonemus pinki* en arroz, en Cuba. *Revista de Manejo Integrado de Plagas* 61: 48-52.
- Reyna, J; Trabanino, R; Avedillo, M; Pitty, A; Rueda, A. 1996. Inventario de plagas y algunos enemigos naturales, en el cultivo del arroz. *CEIBA* 35 (1): 35-45.
- Rice Production Handbook. 1977. Lousiana State University, Lousiana, US. Agricultural Center.

-
- Vivas, L. 1991. Investigación de insectos plaga en el Río Guárico. En arroz en las Américas 13 (2): 3-5.
- Weber, G. 1989. Desarrollo del manejo integrado de plagas del cultivo del arroz. Colombia, CIAT. 69 p. (Guía de Estudio, Serie 04SR-04.04).
- _____; Gibsson, J; Eickkraut, K. 1989. El manejo de *Hydrellia* spp. Arroz 39: 11-4.
- Zachrisson, BA. 1991. Resultados preliminares sobre la fluctuación poblacional de insectos-plagas, en tres variedades de arroz. In Memorias de la XXXVIII Reunión Anual, PCCMCA, Panamá, PA. 60 p.
- _____. 1998. Manejo Integrado del Cultivo-MIC-Componente Entomológico. Informe Técnico, Panamá, IDIAP. 4 p.
- _____. 1999a. Bioecología de insectos-plagas en el cultivo del arroz y sus enemigos naturales, en la región oriental de la República de Panamá. Manual de Capacitación, Panamá, IDIAP. 8 p.
- _____. 1999b. Dinámica poblacional de *Oebalus insularis* (Stal.) y del complejo de parasitoides, en el cultivo del arroz, en la región oriental de la República de Panamá. Informe Técnico, Panamá, IDIAP. 5 p.
- _____. 1999c. Impacto de las aplicaciones comerciales de insecticidas sobre la entomofauna "No objeto de Control", en el cultivo del arroz, en la región oriental de la República de Panamá. Informe Técnico, Panamá, IDIAP. 5 p.
- _____. 1999d. Manejo integral del cultivo del arroz: Impacto de los muestreos periódicos de las plagas claves y la aplicación oportuna de insecticidas, sobre los rendimientos de la producción de arroz, en la región oriental de la República de Panamá. Informe Técnico, Panamá, IDIAP. 4 p.
- Zachrisson, BA. 2005a. Efecto de la arquitectura de variedades de arroz, sobre el parasitismo natural de huevos de *Oebalus insularis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). In Memoria de la LI Reunión Anual, PCCMCA. Panamá, PA. 9 p.
- _____. 2005b. Manejo de la población de *Tagosodes orizicolus* (Muir) vectora del virus de la hoja blanca VHBA, en campos de arroz de la región oriental de Panamá. In Memoria de la LI Reunión Anual, PCCMCA. Panamá, PA. 14 p.
- _____. 2007. Dinámica poblacional de *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae), en diferentes épocas de siembra, para la región oriental de Panamá. Informe Técnico Anual. Panamá, IDIAP. 1 p.
- _____. 2008. Evaluación de dietas artificiales para la cría y multiplicación de *Oebalus insularis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), como base para un programa de control biológico aplicado (CBA), utilizando parasitoides oófagos. Informe Técnico de Proyecto. Panamá, PA, SENACYT. 14 p.

BIOECOLOGÍA DE PARASITOIDES OÓFAGOS DE INSECTOS-PLAGAS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), EN PANAMÁ

Bruno Zachrisson¹

El control biológico, está relacionado con la filosofía de manejo integrado de plagas (MIP), en donde la utilización de insectos entomófagos (parasitoides y depredadores), controlan las poblaciones de plagas agrícolas por debajo de los niveles de daño económico (NDE). A partir de 1960, se notaron avances significativos en esta área temática, en función del desarrollo de las técnicas de cría masiva y dietas artificiales, con el objetivo de multiplicar las presas en el caso de los depredadores o del huésped cuando se trata de parasitoides. A nivel mundial, se han reportado muchos casos exitosos de control biológico (ver Anexo). En Panamá, el control biológico no ha alcanzado un desarrollo significativo y a la fecha son pocos los reportes que se registran en la literatura (Quezada 1989). Así, en 1908 se reportó la liberación del depredador *Poecilia reticulata*, dirigida a especies de la familia Culicidae. Para 1931, este autor, constató el establecimiento de *Eretmocerus serius*, parasitoide de *Aleurocanthus woglumi*. En el cultivo de caña de azúcar, se realizaron liberaciones de *Lixophaga diatraea* y *Cotesia flavipes*, para el manejo de *Diatraea saccharalis*.

Avances importantes se han alcanzado en el cultivo del arroz, los cuales se han enfocado al control natural de las principales plagas. Este fenómeno se atribuye en gran parte a la aplicación desmesurada de insecticidas, lo que ha provocado el desequilibrio en el agroecosistema de arroz. Por otro lado, la influencia directa de los factores abióticos sobre la dinámica poblacional de los insectos-plagas, también ha afectado la tasa de parasitismo natural, en los diversos agroecosistemas, inclusive al cultivo de arroz.

La implementación de programas de control biológico aplicado, alrededor del mundo, se han enfocando principalmente cultivos y plagas de importancia económica. Estos tipos de programas en su mayoría se apoyan con especies de parasitoides pertenecientes a las familias: Trichogrammatidae, Scelionidae, Mymaridae, Encyrtidae, Eulophidae, Eupelmidae, Platygasteridae y Tetracampidae. Sin embargo, solamente se destacan tres familias Trichogrammatidae, Scelionidae y Mymaridae, consideradas parasitoides oófagos. La relevancia de estas radica en que los ejemplares pertenecientes a estas familias, presentan como plagas hospederas, a especies de las familias Noctuidae, Pyralidae, Nymphalidae y Pentatomidae (Bin 1994).

La especificidad de la relación insecto-parasitoide, es determinante en el éxito de los programas de control biológico de plagas (Hassan 1994). En donde una de las variables relevantes consideradas en los programas de control biológico, es la fase de desarrollo del insecto objeto de control del parasitoide, que ofrezca mayores ventajas en cuanto a su manejo. En este sentido, se debe analizar cada caso de manera individual, verificándose el impacto de las liberaciones de parasitoides oófagos. La ejecución de investigaciones en la última década se ha enfocado a la identificación del complejo de especies y al estudio de los parámetros bioecológicos, importantes para el establecimiento y multiplicación de parasitoides oófagos. Por lo que este documento registra los avances y proyecciones, en esta línea de investigación.

¹ Ph.D. en Entomología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr).

AGROECOSISTEMA

El agroecosistema integra los organismos vivos con los factores abióticos y bióticos, la cual es analizada de manera independiente por medio de las interrelaciones observadas. Razón por la cual, el éxito de un programa de control biológico aplicado, depende en gran parte del conocimiento que se tenga sobre relación parasitoide-insecto-planta; por lo que se hace necesario conocer las plagas-claves y en este caso, el complejo de parasitoides oófagos. Algunos autores como Botelho (1995) y Hassan et al. (1988), destacan la influencia de la variedad seleccionada, la densidad de siembra y fenología del cultivo, considerados factores que afectan la eficiencia en el parasitismo de la plaga. Estudios realizados por Zachrisson (2002), sugiere que la arquitectura de la planta, en función de la variedad y la densidad de siembra, influyen sobre la tasa de parasitismo de *Trissolcus basal* (Himenoptera: Scelionidae), en huevos de *Oebalus insularis* (Heteroptera: Pentatomidae).

COMPORTAMIENTO DEL PARASITOIDE OÓFAGO

La selección del huésped, se determina en primera instancia por la preferencia del hábitat y luego, por la aceptación o rechazo del huevo, la cual depende entre otros factores de la calidad nutricional del huevo y en algunos de su tamaño (Vinson 1976). Posteriormente, la preferencia del hábitat es condicionado por factores internos, como lo es la edad del huésped y su condición fisiológica (Pak y Oatman 1982).

Las variables mencionadas, pueden influir en el tamaño del adulto emergido, fecundidad y longevidad, que influyen de manera directa sobre la capacidad reproductiva de los parasitoides oófagos (Vinson 1976).

DINÁMICA POBLACIONAL INSECTO-PARASITOIDE

De acuerdo, a la dinámica poblacional, adaptación, capacidad reproductiva y colonización de la plaga, se han identificado cuatro especies consideradas como importantes o claves para el cultivo del arroz, en Panamá. En donde, las plagas de mayor importancia son: *Hydrellia* sp., *Lissorhoptrus* sp., *Tagosodes orizicolus* y *Oebalus insularis* (Cuadro 1), (Zachrisson 1999). La interacción de estas plagas con los agentes de control depende principalmente, de la fase fenológica del cultivo en que ataque la plaga y la estrategia del insecto fitófago. Las estrategias r y k, presentan características contrastantes, entre sí. Los insectos fitófagos que presentan la estrategia r, poseen: a) Ciclo de vida corto; b) Elevada fecundidad; c) Elevada capacidad de multiplicación; d) Elevada plasticidad genética; e) Elevado potencial de control biológico. A diferencia de las plagas que presentan la estrategia k, contrastan de acuerdo: a) Fecundidad reducida; b) Ciclo de vida largo; c) Capacidad de multiplicación reducida; d) Plasticidad genética moderada, e) Moderado potencial de control biológico.

CUADRO 1. GRADO DE IMPORTANCIA DE LOS PRINCIPALES INSECTOS-PLAGAS, QUE AFECTAN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), EN LA REGIÓN ORIENTAL DE PANAMÁ.

Especie	Época Crítica	Grado de Importancia
<i>Lissorhoptrus</i> sp.	Establecimiento	2
<i>Hydrellia</i> sp.	Vegetativo	2
<i>Tagosodes orizicolus</i>	Vegetativo-Reproductivo	1
<i>Diatraea tabernella</i>	Vegetativo-Reproductivo	2
<i>Diatraea saccharalis</i>	Vegetativo-Reproductivo	2
<i>Rupela albinella</i>	Vegetativo-Reproductivo	2
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Vegetativo-Reproductivo	2
<i>Panoquina</i> sp.	Vegetativo	3
<i>Oebalus insularis</i>	Reproductivo-Maduración	1

Grado de Importancia: 1- Importante; 2- Importancia moderada; 3- Ocasionalmente importante.

Las plagas reportadas para la región oriental del país, que han causado mermas significativas al cultivo del arroz, en la última década son: *T. orizicolus* y *O. insularis*; por otro lado, la relación existente entre el tipo de estrategia presentada por la plaga y la incidencia natural de los enemigos naturales, ha demostrado que *Rupela albinella*, *Spodoptera frugiperda* y *Oebalus insularis*, son las plagas que presentan mejores perspectivas de manejo mediante el control biológico, por medio de la utilización del complejo de parasitoides oófagos (Cuadro 2). Sin embargo, tanto *S. frugiperda* como *R. albinella*, a pesar de ser consideradas plagas de importancia moderada, su control depende en gran medida de la tasa de parasitismo natural.

La mayoría de los parasitoides oófagos, presentan una elevada capacidad para reducir la población de las plagas, en un corto período de tiempo, siendo que individuos del género *Trichogramma* y *Telenomus*, han sido reportados para las zonas arroceras de la región oriental (Cuadro 2), parasitando huevos de *R. albinella*, *S. frugiperda* y *O. Insularis*.

CUADRO 2. AGENTES ENTOMÓFAGOS, ENCONTRADOS EN EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa*), EN LA REGIÓN ORIENTAL DE PANAMÁ, 2002-2006.

Plaga	Enemigo Natural	Localidad	Incidencia Natural/ Complejo de Parasitoides
<i>Diatraea tabernella</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i> (Parasitoide oófago); <i>Cotesia flavipes</i> (parasitoide larval)	Chepo, Panamá	Reducida-Moderada
<i>Rupela albinella</i>	<i>Telenomus rowani</i> (Parasitoide oófago)	Felipillo, Chepo	Moderada-Abundante
<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i> (Parasitoide oófago)	Felipillo, Pacora; Panamá	Moderada
<i>Tagosodes orizicolus</i>	<i>Anagrus sp.</i> (Parasitoide oófago)	Chepo, Panamá	Reducida
<i>Panoquina sp.</i>	<i>Nomureae rileyi</i> (Hongo)	Pacora, Panamá	Reducida
<i>Oebalus insularis</i>	<i>Trissolcus basalís</i> , <i>Telenomus podisi</i> (Parasitoides oófagos)	Río Hato, Coclé; Chepo, Panamá	Moderada-Abundante

BIOECOLOGÍA DE PARASITOIDES OÓFAGOS

- *Rupella albinella* Cramer

Esta plaga conocida comúnmente como la novia del arroz, se presenta en el cultivo entre 35 y 40 días después de la germinación (ddg) y permanece hasta la etapa vegetativa. El daño es causado por la fase larval, la cual durante el primer instar, penetra el tallo en la región superior del cuello de la raíz, abriendo galerías. La destrucción de los vasos conductores de nutrientes y agua (xilema y floema), provocado por la larva al introducirse al interior del tallo, se traduce en el amarillamiento de las hojas localizadas en la región superior de la planta. Los huevos de la plaga ubicados en el haz de las hojas, se presentan agregados y sobrepuestos, cubiertos por una masa algodonosa (Figura 1), los cuales son parasitados por *Telenomus rowani* (Him. Scelionidae) (Zachrisson et al. 2005)



Figura 1. Masa de huevos de *Rupella albinella* Cramer, parasitados por *Telenomus rowani* Gahan (Him. Scelionidae).

Observaciones de campo realizadas en la zona oriental de Panamá, indicaron tasas de parasitismo, entre 79 y 88%, en diferentes localidades muestreadas (Cuadro 3). Sin embargo, se presume que en los últimos años las aplicaciones indiscriminadas de insecticidas de amplio espectro en la zona, han eliminado el complejo de enemigos naturales de esta plaga, lo que ha favorecido el incremento en la población de *R. albinella*. A raíz de este hecho, se ha observado el desplazamiento de *Diatraea saccharalis* y *D. tabernella*, las cuales también son consideradas especies de insectos barrenadores en el cultivo del arroz.

CUADRO 3. TASA DE PARASITISMO DE *Rupela albinella* Cramer POR *Telenomus rowani* Gahan, EN LA REGIÓN DE PANAMÁ, 2001-2005.

Localidad	Parasitismo (%)	Número de masas de huevos evaluadas
Chepo	82.5 b	50
Tocumen	79.3 b	50
Chichebre	88.0 b	50

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente, entre sí (P>0.05).

Otros parámetros relacionados con la biología de *T. rowani*, que se consideraron en los estudios realizados, tenemos: a) Longevidad de los adultos; b) Tasa de emergencia de los adultos; c) Proporción de sexos. En este sentido, se determinó la biología de *T. rowani* a 28 °C, temperatura considerada como ideal para el desarrollo de los parasitoides oófagos (Cuadro 4) (Zachrisson et al. 2008a).

CUADRO 4. BIOLOGÍA DE *Telenomus rowani* (HIM. SCELIONIDAE), A 28°C DE TEMPERATURA, 70+10% DE HUMEDAD RELATIVA Y FOTOPERIODO DE 12 HORAS DE FOTOFASE: 12 DE ESCOTOFASE.

Sexo/Parasitoide	Duración/ciclo nuevo-adulto (días)	Longevidad/adultos(días)	Taza de emergencia/adultos (%)	Proporción de sexos
Hembras (♀)	11.90 a	12.38 b	93.30 ±12.1 a	0.67
Machos (♂)	13.57 a	16.0 a	90.00 ±10.2 a	0.33

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente, entre sí (P>0.05).

Los datos presentados en el Cuadro 4, sugiere el potencial de *T. rowani* como agente de control biológico promisorio en la reducción de la población de *R. albinella*. Sin embargo, se hace necesario realizar otras investigaciones que determinen la tasa de parasitismo, en condiciones controladas (laboratorio) y en campo, de manera que se confirme este hecho.

- *Oebalus insularis* Stal

El chinche del arroz como se le conoce a *Oebalus insularis*, es considerado una de las principales plagas del cultivo y se alimenta de granos recién formados (estado lechoso), succionando el contenido interno y provocando granos vanos e inyectando toxinas, lo cual afecta la apariencia del grano y calidad de molinería (Rice Production Handbook 1977). El vaneamiento y manchado del grano, es producto de las frecuentes picadas del insecto en el grano, lo cual permite la entrada del complejo de patógenos en la fase de estado lechoso. La capacidad de causar daño se reduce, a medida que el cultivo entra en la fase de maduración, aspecto asociado a la fragilidad del aparato bucal del insecto a medida que se endurece el grano (King y Saunders 1984).

De acuerdo a su ciclo de vida es considerado un insecto hemimetabolo, en donde se presentan tres fases de desarrollo (huevo, ninfa y adulto) (Figura 2), el cual es regulado principalmente por la temperatura. El huevo tiene forma de barril, los cuales son ovipositados de manera ordenada y agrupada, cuya disposición se da en filas sobre el envés de la hoja, aunque también se pueden encontrar en la panícula y tallo. La coloración de estos puede variar, inicialmente son opacos, claros y posteriormente se tornan rojizo, tonalidad que se acentúa a medida que llega a la etapa de eclosión de la ninfa (King y Saunders 1984).

Actualmente, no se ha registrado resistencia varietal para *Oebalus insularis*, lo que dificulta su control debido a lo antieconómico que puede ser el control químico, a inicios de la floración (Galvis et al. 1982). Además, el control químico no evita el manchado de grano, producto de las picadas de las ninfas de segundo instar. Esto hace viable considerar el control biológico aplicado dirigida a la fase de huevo, lo cual evita la entrada de patógenos al interior del grano, producto del daño ocasionado por ninfas y adultos de *Oebalus insularis*. En este sentido, se han registrado varias especies parasitando *Oebalus insularis*, entre las cuales se pueden citar, *Telenomus latifrons*, *T. podisi* (Ashmead) (Fam. Scelionidae) y *Encyrtus anasae* (Ashmead) (Fam. Encyrtidae) (Pantoja et al. 1997). Trabajos realizados recientemente en Panamá, registraron dos especies de parasitoides oófagos (*Trissolcus basalís*, *Telenomus podisi*) parasitando huevos de *O. insularis* (Figura 3) (Zachrisson 2002).



Figura 2. Fase de desarrollo de *Oebalus insularis* Stal (Heteroptera: Pentatomidae).

El Cuadro 5, presenta la tasa de control natural en huevos de *O. insularis* en diferentes zonas productoras de arroz, en donde se destaca *T. basalís* como la especie predominante para las localidades muestreadas (Zachrisson 2002). Las variedades IDIAP L-7 e IDIAP-38, presentaron resultados semejantes, sobresaliendo *T. basalís* con una tasa de parasitismo superiores a 84%. La variación encontrada para la variedad Prosequisa, fueron contrastantes en relación a los resultados anteriores, lo que sugiere que la masa foliar de la planta, interfiere en la capacidad de búsqueda del huésped (Puterka et al. 1985). Además, la concentración de metabolitos secundarios, puede variar de acuerdo a la variedad evaluada y afectar el comportamiento de búsqueda del huésped (Vinson 1991).

CUADRO 5. TASA DE CONTROL NATURAL DE *Oebalus insularis* Stal (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE), POR MEDIO DEL COMPLEJO DE PARASITOIDES (*Telenomus podisi* y *Trissolcus basalís*), EN PANAMÁ.

Localidad/año	Variiedad	Tasa de Parasitismo (%)	Especie de Parasitoide
Río Hato – 2001	IDIAP L-7	89.10	<i>T. basalís</i>
		10.90	<i>T. podisi</i>
Chepo - 2002	IDIAP -38	95.00	<i>T. basalís</i>
		5.00	<i>T. podisi</i>
	IDIAP L-7	84.90	<i>T. basalís</i>
		14.10	<i>T. podisi</i>
Chepo - 2004	Prosequisa	43.00	<i>T. podisi</i>
		38.30	<i>T. basalís</i>
		18.70	Otros

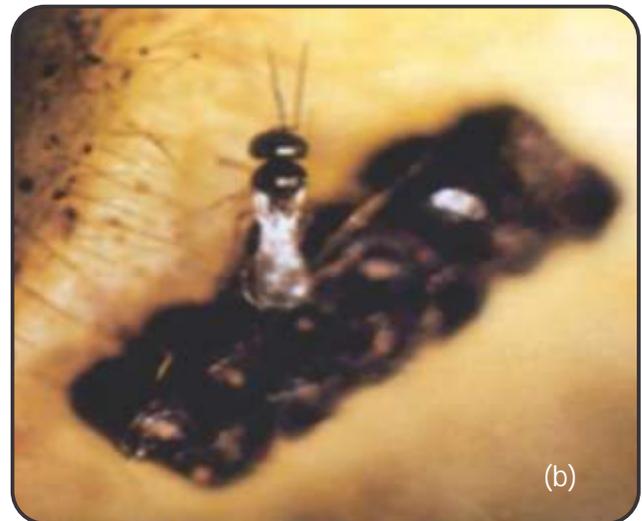
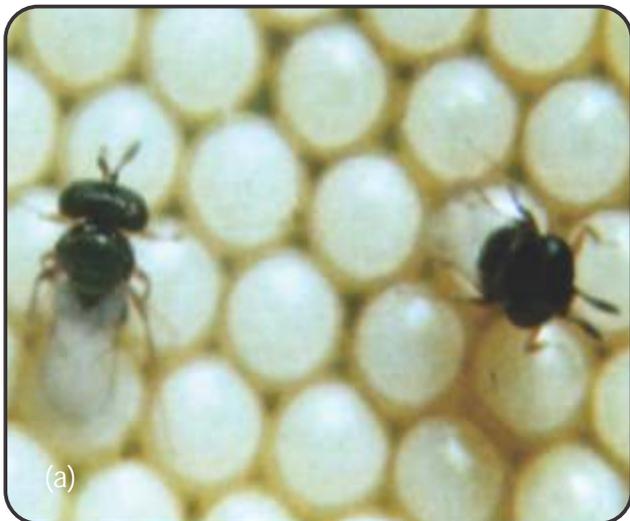


Figura 3. Parasitoides oófagos: *Telenomus podisi* (a) y *Trissolcus basalus* (b) de *Oebalus insularis* Stal (Heteroptera: Pentatomidae).

El Cuadro 6, presenta la biología de los parasitoides *T. podisi* y *T. basalus*, definiendo parámetros bioecológicos, como la duración del ciclo (huevo-adulto), la tasa de emergencia y de sobrevivencia de los adultos, así como la proporción de hembras, sugiere la selección de *T. basalus*, para la implementación de un programa de control biológico, dirigido a la fase de huevo de *O. insularis* (Zachrisson et al. 2007).

La tasa de parasitismo obtenida en campo y el análisis general de los parámetros biológicos, indican que la especie seleccionada para la implementación de un programa de multiplicación masiva, es *T. basalus*.

CUADRO 6. BIOLOGÍA DE *Telenomus podisi* y *Trissolcus basalus* (HIM. SCALIONIDAE), A 28°C DE TEMPERATURA, 70+10% DE HUMEDAD RELATIVA Y FOTOPERIODO DE 12 HORAS DE FOTOFASE: 12 DE ESCOTOFASE.

Parámetros/Especie	<i>T. Basalis</i>	<i>T. Podisi</i>
Ciclo (Huevo-Adulto)	11.60±0.50 a	14.10±2.30 b
Longevidad (Hembra)	10.05±0.30 a	15.70±4.70 b
Tasa de Emergencia (%)	98.10±0.20 a	91.60±0.28 a
Tasa de Sobrevivencia (%)	94.00±0.50 a	87.00±3.70 b
Proporción de Hembras	0.80	0.71

Medias seguidas de la misma letra, no difieren entre sí (P>0.05). La comparación se da entre las especies de parasitoides.

Otras medidas de manejo son importantes, cuando se establece un programa de control biológico aplicado. El buen manejo del complejo de malezas, específicamente *Echinochloa colona*, previene el incremento de la población de *O. insularis* por encima de los niveles comúnmente encontrados, en las parcelas de producción, lo cual se atribuye en gran parte a la calidad nutricional de esta maleza. Los parámetros biológicos de *O. insularis*, alimentados por *E. colona* y *Oryza sativa*, demuestran la preferencia nutricional de esta plaga por la primera (Cuadro 7) (Zachrisson et al. 2008b).

CUADRO 7. BIOLOGÍA COMPARADA DE *Oebalus insularis*, EN DOS DIETAS NATURALES (*Oryza sativa*, *Echinochloa colona*).

Dieta natural	Duración fase de huevo	Duración fase de ninfa	Ciclo huevo-adulto (total)
<i>Oryza sativa</i>	5.42±0.87 a	18.88±2.43 a	24.3±2.97 a
<i>Echinochloa colona</i>	4.97±0.98 a	12.83±1.42 b	17.80 ±1.71b

Medias seguidas de la misma letra, no difieren entre sí ($P>0.05$). La comparación se da entre las especies de parasitoides.

El estudio de la biología de *O. insularis* en *O. sativa* y *E. colona*, indica una reducción significativa en cuanto al ciclo desde la fase de huevo hasta adulto, cuando la plaga se alimenta de la maleza (*E. colona*), lo que sugiere un mejor aprovechamiento energético (Cuadro 7). Esto indica que para efectos de la cría y multiplicación de *O. insularis*, el contenido nutricional encontrado en *E. colona* podría sugerir la proporción de nutrientes incorporados a la dieta artificial, la cual facilitará la automatización de la producción de parasitoides en condiciones controladas.

RESUMEN

El control biológico de insectos-plagas en el agroecosistema del cultivo de arroz, por medio de parasitoides oófagos, es una medida de manejo recién implementada en Panamá. La eficiencia y viabilidad del uso de la estrategia de manejo, en la reducción de plagas, garantiza en gran parte el manejo sostenible del cultivo. Los resultados presentados en este documento, obtenidos en las áreas productoras de Coclé y la zona Oriental de la provincia de Panamá, sugieren la situación en cuanto a la tasa de parasitismo natural de especies como *Telenomus rowani*, *Telenomus podisi* y *Trissolcus basalís*. Aspectos sobre su biología y comportamiento en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa, lo que indicó el elevado grado de adaptación en las regiones estudiadas; además de distinguirlas como especies promisorias para el manejo de *Rupella albinella* y *Oebalus insularis*. Las características específicas del ataque de las plagas al cultivo, la fenología y las variedades recomendadas, son algunas variables que definen los esfuerzos de la implementación de un programa de control biológico, en relación a la especie de insecto objeto de control.

ANEXO. CASOS EXITOSOS DE CONTROL BIOLÓGICO A NIVEL MUNDIAL.

Insecto-Plaga	Enemigo natural Parasitoide (Par.), Depredador (Der.)	Fuente
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	<i>Aphidius smithi</i> (Par.)	Ables y Ridgway 1981.
<i>Aleurocanthus woglumi</i>	<i>Eretmocerus serius</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Anthonomus grandis</i>	<i>Bracon mellitor</i> (Par.)	Ables y Ridgway 1981.
<i>Anticarsia gemmatilis</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i> (Par.) <i>Trichogramma rojasi</i> (Par.)	Zachrisson 1997. Foerster <i>et al.</i> 1994.
<i>Antonina graminis</i>	<i>Anagrus antoninae</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Aonidiella aurantii</i>	<i>Aphytis</i> spp. (Par.)	
<i>Aspidiotus destructor</i>	<i>Cryptognatha nodiceps</i> (Par.) <i>Chilocorus nigritus</i> (Par.)	Gomez-Menor 1937. Moutia y Mamer 1942.
<i>Chilo partellus</i>	<i>Xanthopimpla faveolata</i> (Par.)	Smith 1994.
<i>Chilo suppressalis</i>	<i>Xanthopimpla favlata</i> (Par.) <i>Xanthopimpla stemmator</i> (Par.)	Smith 1994. Smith 1994.
<i>Chromaphis juglandicola</i>	<i>Tryoxis pallidus</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Cosmopolites sordidus</i>	<i>Plaesius javanus</i> (Par.) <i>Plaesius laevigatus</i> (Par.)	Bennett <i>et al.</i> 1979. Walker y Deitz 1979.
<i>Diatraea saccharalis</i>	<i>Trichogramma galloi</i> (Par.) <i>Cotesia flavipes</i> (Par.) <i>Lixophaga diatraeae</i> (Par.)	Parra <i>et al.</i> 1990. Ables y Ridgway 1981. Ables y Ridgway 1981.
<i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Anagrus epos</i> (Par.)	De Bach 1964.
<i>Grapholita molesta</i>	<i>Macrocentrus anclyvorus</i> (Par.)	Ables y Ridgway 1981.
<i>Heliothis virescens</i>	<i>Chrysopa carnea</i> (Dep.) <i>Trichogramma pretiosum</i> (Par.) <i>Campoletis sonorensis</i> (Par.) <i>Microplitis croceipes</i> (Par.)	Ables y Ridgway 1981.
<i>Icerya purchasi</i>	<i>Rodolia cardinalis</i> (Dep.)	De Bach 1963.
<i>Limantria dispar</i>	<i>Apanteles melanoscelus</i> (Par.)	Ables y Ridgway 1981.
<i>Liriomyza</i> spp.	<i>Dygliphus begini</i> (Par.) <i>Chrysocharis parksi</i> (Par.)	Lai y Funasaki 1985. Nakao y Funasaki 1979.
<i>Manduca sexta</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Nezara viridula</i>	<i>Trissolcus basalus</i> (Par.) <i>Trissolcus mitsukurii</i> (Par.)	Caltagirone 1999. Callan 1964.
<i>Oligonychus punicae</i>	<i>Stethorus picipes</i> (Dep.)	Ables y Ridgway 1981.
<i>Operophtera brumata</i>	<i>Cyzenis albicans</i> (Par.) <i>Agrypon flaveolatum</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Oryctes rhinoceros</i>	<i>Scalia ruficornis</i> (Par.)	Clausen 1978.
<i>Ostrinia nubilalis</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Parlatoria oleae</i>	<i>Aphytis maluricornis</i> (Par.) <i>Coccophagoides utilis</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Pectinophora gossypiella</i>	<i>Bracon kirkpatricki</i> (Par.) <i>Chelonus blackburni</i> (Par.)	Ables y Ridgway 1981.
<i>Pieris rapae</i>	<i>Trichogramma evanescens</i> (Par.) <i>Apanteles rebecca</i> (Par.)	Van den Bosch y Messenger 1973. Ables y Ridgway 1981.
<i>Plutella xylostela</i>	<i>Apanteles plutellae</i> (Par.)	Cock 1985.
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	<i>Encarsia berlesesi</i> (Par.)	Liebregts 1986.
<i>Quadrastipidiotus perniciosus</i>	<i>Prospaltella perniciosi</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Steneotarsonemus pallida</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (Dep.)	Caltagirone 1999.
<i>Terioaphis trifolii</i>	<i>Praon exsolentum</i> (Par.) <i>Tryoxis complanatus</i> (Par.) <i>Aphelinus aschys</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Tetranychus urticae</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (Dep.)	Caltagirone 1999.
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (inv.)	<i>Encarsia formosa</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Trichoplusiani</i>	<i>Voria ruralis</i> (Par.)	Caltagirone 1999.
<i>Unaspis citris</i>	<i>Aphytis lingnanensis</i> (Par.)	Brooks y Vitelli 1976.

BIBLIOGRAFÍA

- Ables, JR; Ridgway, RL. 1981. Augmentation of entomophagous arthropods to control insect-pests and mites. In Papavizas, G. Biological Control in Crop Production. Osmun Publication eds. London. p. 273-305.
- Bennett, FD; Clausen, J. 1979. Introduction to the biological control of *Cosmopolites sordidus*. In Waterhouse, DF; Norris, KR. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 155-156.
- Bin, F. 1994. Biological control with egg parasitoids other than *Trichogramma*. In Wajnberg, E; Hassan. S. Biological Control in Egg Parasitoids. CAB International. p. 145-153.
- Botelho, PSM. 1995. Eficiencia de *Trichogramma* em campo. In Parra, JRP; Zucchi, RA. *Trichogramma* e o Controle Biológico. Editora FEALQ. p. 303-318.
- Brooks, R; Vitelli, E. 1976. Introduction to the biological control of *Unaspis citris*. In Waterhouse, DF; Norris, KR. 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 75-78.
- Callan, H. 1964. Introduction to the biological control of *Nezara viridula*. In Waterhouse, DF; Norris; KR. 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 84-85.
- Caltagirone, CE. 1999. Landmark examples in classical biological control. *Ann. Rev. Entomology* 26: 213-32.
- Clausen, J. 1978. Introduction to the biological control of *Cosmopolites sordidus*. In Waterhouse, DF; Norris, KR. 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 155-156.
- Cock, R. 1985. Introduction to the biological control of *Plutella xylostela*. In Waterhouse, DF; Norris, KR. 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. 185-187 p.
- De Bach, P. 1963. Biological Control of Insect Pests and Weeds. Reinhold, New Cork. 844 p.
- Foerster, LA; Mello, ER; Avanci, MRF. 1994. Ciclo evolutivo e necessidades térmicas de *Trichogramma rojasi* (Hymenoptera:Trichogrammatidae) e *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). In Simposio de Controle Biológico. 5., Foz de Iguaçu. Resumos. Londrina, Embrapa, 24 p.
- Galvis, Y; González, J; Reyes, J. 1982. Descripción y daño de los insectos que atacan al arroz, en América Latina. CIAT, 36 p.
- Gomez-Menor, L. 1937. Introduction to the biological control of *Aspidiotus destructor*. In Waterhouse, DF; Norris, KR. 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 64-66.
- Hassan, S; Kolher, E; Rost, WM. 1988. Mass production and utilization of *Trichogramma*: 10. Codling moth, *Cydia pomonella* and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Entomophaga* 33: 413-420.

-
- Hassan, S. 1994. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In Wajnberg, E; Hassan, S. Biological Control. In Egg Parasitoids. CAB International. p. 55-68.
- King, ABS; Saunders, JL. 1984. The invertebrate pests of annual food crops in Central America. London, Overseas Development Administration. 166 p.
- Lai ER; Funasaki Y. 1985. Introduction to the biological control of *Liriomyza* spp. In Waterhouse, DF; Norris, KR, 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. 174 p.
- Liebregts, HR. 1986. Introduction to the biological control of *Pseudaulacaspis pentagona*. In Waterhouse, DF; Norris, KR, 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 59-60.
- Moutia, R; Mamer, H. 1942. Introduction to the biological control of *Aspidiotus destructor*. In Waterhouse, DF; Norris, KR, 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 64-66.
- Nakao, Q; Funasaki, Y. 1979. Introduction to the biological control of *Liriomyza* spp. In Waterhouse, DF; Norris, KR, 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. 174 p.
- Pak, GA; Oatman, ER. 1982. Biology of *Trichogramma brevicapillum*. Entomología Experimentalis et Applicata 32: 61-67.
- Pantoja, A; Fisher, A; Correa-Victoria, F; Sanint, LR; Ramirez, A. 1997. Artrópodos relacionados con el arroz en América Latina. In MIP en Arroz: Manejo Integrado de Plagas-Artrópodos, enfermedades y malezas. Ed. CIAT. Colombia. 141 p.
- Parra, JRP; Zucchi, RA; Silveira Neto, S. 1990. *Trichogramma* species associated with some lepidopterous pests in Brazil. In International Symposium sur les *Trichogramma*, 3., Paris, INRA. p. 131-134.
- Puterka, GH; Slosser, JR; Price, JR. 1985. Parasites of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae): parasitism and seasonal occurrence for host crops in the Texas rolling plains. Environmental Entomology 14 (4): 441-446.
- Quezada, JR. 1989. Utilización del control biológico clásico. In Andrews, K L; Quezada, JR. (Ed.). Manejo de Plagas insectiles: Estado actual y futuro. Honduras; Escuela Agrícola Panamericana, p. 195-210.
- Rice Production Handbook. 1977. Lousiana State University. Agricultural Center. Lousiana. US.
- Smith, RG. 1994. Introduction to the biological control of *Chilo supressalis* and *C. partellus*. In Waterhouse, DF; Norris, KR. 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 122-124.
- Van Den Bosch, R; Messenger, PS. 1973. Biological Control. Intext Educational Publishers, New York, 180 p.
- Vinson, SB. 1976. Host selection by insects parasitoids. Annual Review of Entomology, 21: 109-133.
- Vinson, SB. 1991. Chemical signals used by insect parasitoids. Redia, 124: 15-42.
- Walker, L; Deitz, RE. 1979. Introduction to the biological control of *Cosmopolites sordidus*. In Waterhouse, DF; Norris, KR. 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Intaka Press. p. 155-156.

Zachrisson, BA. 1997. Bioecología de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879), para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, na cultura da soja. Piracicaba. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; São Paulo, BR. 106 p.

_____. 1999. Identificación y monitoreo de insectos–plagas, en el cultivo del arroz y sus enemigos naturales. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP); Panamá, PA. 3 p.

_____. 2002. Registro del complejo de parasitoides oófagos del chinche del arroz (*Oebalus insularis* Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), para la región oriental de Panamá. In Resúmenes del Primer Congreso Latinoamericano y del Caribe de Control, Aseguramiento de la Calidad e Inocuidad de Vegetales Frescos y Procesados, 1. Panamá, PA. 31 p.

_____; González, J; Sánchez, M. 2005. Reporte para Panamá de *Telenomus rowani* (Scelionidae), parasitoide de huevos de *Rupela albinella* (Cramer) (Lepidoptera: Pyralidae). *Separata Especial*, (Reportero Agropecuario), Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP); Panamá, PA. Agosto. 1 p.

_____; González, J; Sánchez, M. 2007. Bioecología de *Telenomus podisi* (Ashmead) y *Trissolcus basalus* (Wollaston), parasitoides del chinche del arroz (*Oebalus insularis* Kulghast), Panamá. *Tecnociencia*, 12 p. En prensa.

_____; González, J; Sánchez, M. 2008a. Biología de *Telenomus rowani* sobre huevos de *Rupela albinella*. In Resumen de Congreso IDIAP, 3. Río Hato, Penonomé, PA. 34 p.

_____; Polanco, P; Martínez, O; Gutiérrez, J. 2008b. Evaluación de dietas artificiales para la cría y multiplicación de *Oebalus insularis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). In Avances de Proyecto, Dirección I+D, FID07-081, SENACYT. 6 p.

COMPLEJO DE MALEZAS PREDOMINANTE EN ÁREAS DE ARROZ DE RIEGO Y SECANO EN PANAMÁ

Marco A. Navarro¹

En Panamá se sembraron 60 mil ha de arroz mecanizado, durante el año 2007, de las cuales, 48 mil ha se realizaron bajo el sistema de secano y 12 mil ha en el sistema de riego. La mayor cantidad de hectáreas de arroz se sembraron en las provincias de Chiriquí (38 mil), Coclé (10 mil), Veraguas (8 mil), Panamá (7 mil) y Los Santos (5 mil).

Los productores practican diferentes métodos de siembra: sistema convencional y de mínima labranza (siembra directa). En ambos casos, usan sembradoras de chorro continuo o al voleo con semilla pregerminada o seca.

El uso de semilla sin certificar, muy contaminada con semilla de malezas, ha favorecido la infestación de las parcelas con malezas nocivas al cultivo de arroz. La flora de malezas presente en cualquier campo de arroz depende en parte de las prácticas del manejo agronómico, época y tipo de preparación del suelo, técnicas de establecimiento del cultivo, el uso de riego, la fertilización, los métodos y eficiencia del control de malezas usado por los productores.

Los controles que en muchos casos se aplican son parciales y a veces erráticos. Los cambios en las prácticas de control originan cambios en las especies de malezas que infestan las áreas arroceras del país.

CLASIFICACIÓN

La taxonomía clasifica las malezas en diferentes categorías del reino vegetal hasta familia, género y especie. Por el ciclo de vida, las malezas se clasifican en anuales, bianuales y perennes.

De acuerdo a grupos con características similares, las malezas se clasifican en:

Gramíneas: tienen raíces fibrosas, tallos con nudos y entrenudos redondos, hojas lineal lanceoladas, alternas y dispuestas en dos direcciones y flores con espiguillas.

Ciperáceas: tienen raíces fibrosas, tallos triangulares, hojas con cutículas muy cerosa, basales y dispuestas en tres direcciones.

Hojas anchas: tienen raíz primaria o pivotante, tallos herbáceos; semi leñosos o leñosos, hojas anchas con venación reticular.

¹ M.Sc. en Ciencia de Malezas. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos(CIARG).
e- mail: madena_98@yahoo.com

IDENTIFICACIÓN

Los agricultores le dan nombres comunes a las malezas, los cuales varían en los diferentes lugares o países. La identificación de las malezas se hace mediante claves y manuales de identificación que presentan las fotos respectivas. Los técnicos y los agricultores deben identificar correctamente las malezas, para tomar decisiones precisas para su manejo.

REPRODUCCIÓN Y DISEMINACIÓN

Las malezas se reproducen sexualmente (reproducción gámica) y asexualmente (reproducción agámica). La semilla sexual o semilla gámica, se define como un embrión latente, producto de la unión sexual de los gametos de dos plantas compatibles. La reproducción asexual se hace mediante estructuras vegetativas como rizomas, estolones, tubérculos, bulbos, cormos, raíces y fragmentos de tallo.

La diseminación natural de las malezas ocurre por medio del viento, agua, animales o explosión del fruto. La diseminación artificial está asociada a las actividades del hombre, especialmente a través del equipo de laboreo y el uso de semilla de arroz contaminada con semillas de malezas.

ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LAS MALEZAS

La lucha contra las malezas debe realizarse mediante la técnica del manejo integrado, es decir, aquel sistema en que se combinan prácticas que impiden la invasión, propagación y competencia de las malezas, por otro lado, favorecen el crecimiento y competitividad del arroz, en detrimento de éstas, sin que se produzcan alteraciones fuertes al ambiente.

Las principales técnicas que se utilizan para el control de malezas son:

Control preventivo: se refiere a tomar medidas que eviten la introducción, establecimiento y dispersión de especies nuevas de malezas en la parcela, como el uso de semilla certificada, la limpieza de los equipos antes de entrar a la parcela y evitar que animales de parcelas enmalezadas entren a pastar.

Control cultural: se refiere al buen manejo del agua, luz y suelo, incluye además la rotación de cultivos, al igual que prácticas complementarias, como el uso de variedades vigorosas, la fertilización nitrogenada después del deshierbe, la buena distribución de la semilla, el uso de semilla pregerminada, época adecuada de siembra y buena densidad de siembra.

Control mecánico: es el método que incluye prácticas de cortar o arrancar las malezas manualmente, o con instrumentos para la poda, quema, manejo del agua y uso de maquinaria, para cortar o enterrar las mismas.

Control biológico: se refiere al control de malezas utilizando algunos de sus enemigos naturales como los peces, aves, mamíferos, insectos, enfermedades y otras plantas.

Control químico: se refiere al uso de sustancias con propiedades herbicidas para eliminar las malezas. Estos productos deben utilizarse adecuadamente para optimizar su eficiencia y reducir posibles riesgos de daños al arroz u otros cultivos vecinos, animales o personas.

El uso racional de los herbicidas se basa en la calidad de las aplicaciones y la utilización de productos específicos para el tipo de maleza.

El manejo eficiente de las malezas, generalmente, resulta de la combinación de prácticas preventivas, culturales, mecánicas y químicas. La combinación ideal dependerá de varios factores como el tipo de malezas presentes, la severidad del daño que está ocasionando, el tipo de suelo, el sistema de cultivo y la disponibilidad de mano de obra para hacerle frente a las prácticas de manejo y control.

El monitoreo de los cambios en la flora de las malezas es importante para formular estrategias eficientes de manejo de malezas en el cultivo de arroz. La identificación de las malezas es el paso inicial para diseñar un programa de manejo eficiente.

La información sobre la distribución y severidad del complejo de malezas presentes en los campos de arroz en Panamá es escasa. Se necesita generar conocimientos sobre la flora de malezas presentes en las parcelas de arroz, que permitan establecer estrategias de manejo agroecológico sostenible de este rubro.

El objetivo de este trabajo fue identificar y determinar la distribución e importancia de las especies de malezas predominantes en las áreas arroceras de Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

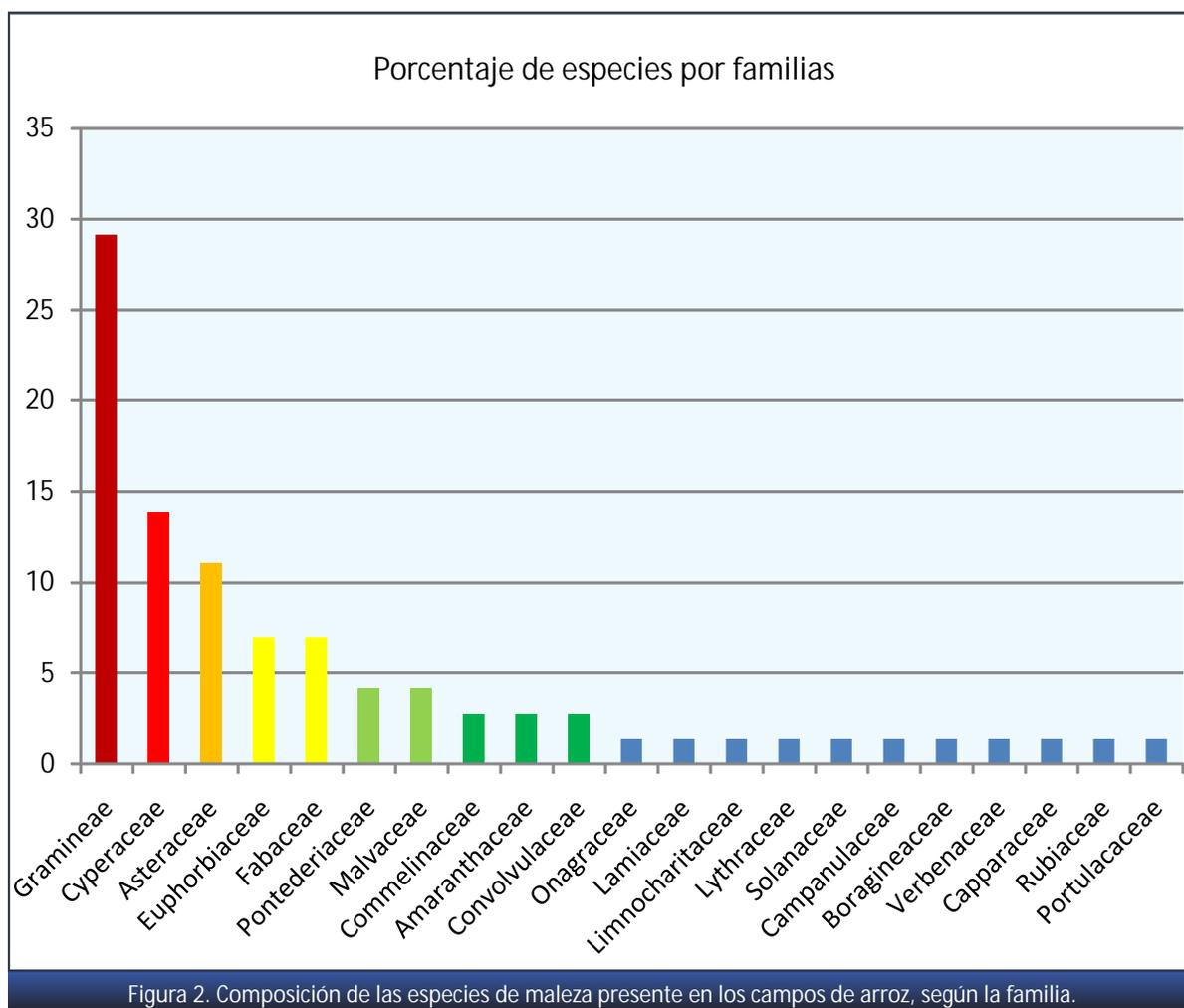
El estudio se realizó en fincas de productores en las localidades de Barú, Alanje, San Lorenzo, Soná, Tonosí, Aguadulce, Penonomé, Antón, Natá, Tocumen y Chepo, en el período de octubre a diciembre de 2007.

Se muestrearon 82 parcelas de arroz en estado de embuchamiento a maduración, en fincas representativas de cada localidad. La unidad de muestreo fue la parcela o campo sembrado de arroz, independientemente del tamaño de la misma. Se estableció una ruta de muestreo en cada área arroceras para asegurar una adecuada cobertura del área total cultivada en cada región.

Las malezas se identificaron mediante guías de descripción taxonómica y se tomaron datos visuales de la ocurrencia (frecuencia) y cobertura (densidad) para cada especie, utilizando la escala de evaluación descrita en el Cuadro 1.

CUADRO 1. ESCALA DE EVALUACIÓN VISUAL DE COBERTURA DE MALEZAS.

VALORES	SIGNIFICADO	PROMEDIO (%)
Tr= traza	0-1% cobertura de la especie de maleza o presentes sólo en muros, orillas de las parcelas o muy pocas plantas dentro de las parcelas.	0.5
1	1 - 10% cobertura de la especie de maleza	5.5
2	11 - 20% cobertura de la especie de maleza	15.5
3	21 - 30% cobertura de la especie de maleza	25.5
4	31 - 41% cobertura de la especie de maleza	35.5
5	41 - 50% cobertura de la especie de maleza	45.5
6	51 - 60% cobertura de la especie de maleza	55.5
7	61 - 70% cobertura de la especie de maleza	65.5
8	71 - 80% cobertura de la especie de maleza	75.5
9	81 - 90% cobertura de la especie de maleza	85.5
10	91 -100% cobertura de la especie de maleza	95.5



Las malezas de hoja ancha fueron más abundantes en cuanto al número de especies, sin embargo, las Poaceae fueron las de mayor distribución, ya que las cuatro especies más comunes fueron: *Digitaria sanguinalis* (paja blanca), *Echinochloa colona* (equinocloa), *Oryza sativa* (arroz rojo) y *Eleusine indica* (pata de gallo). La *Fimbristylis littoralis* (pelo de indio), fue la ciperácea que se presentó en el 66% de los campos, mientras que las especies de hoja ancha *Ludwigia hyssopifolia* (palo de pozo) y *Murdania nudiflora* (piñita), estaban presentes en más del 59% de los campos evaluados (Cuadro 2).

Las doce malezas más frecuentes en términos del porcentaje de campos infestados fueron: *Digitaria sanguinalis* (95.1%), *Echinochloa colona* (91.5%), *Oryza sativa* (86.6%), *Eleusine indica* (80.5%), *Fimbristylis littoralis* (80.5%), *Rottboellia cochinchinensis* (78.0%), *Ludwigia hyssopifolia* (75.6%), *Murdania nudiflora* (72.0%), *Ischaemum rugosum* (59.8%), *Cyperus odoratus* (59.8%), *Cynodon dactylon* (57.3%) y *Eclipta prostrata* (50.0%). El resto de las especies estuvieron presentes en menos del 42% de los campos encuestados.

En el Cuadro 2 se presentan las familias de malezas según especies, tipo de malezas y porcentaje de campos infestados de los 82 campos de arroz encuestados en Panamá.

CUADRO 2. FAMILIAS DE MALEZAS SEGÚN ESPECIES, TIPO DE MALEZAS, CAMPOS INFESTADOS Y PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE LOS 82 CAMPOS DE ARROZ ENCUESTADOS EN PANAMÁ.

Familia	Especie	Tipo de maleza	Campos infestados	% de campos infestados
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Gramineas	78	95.1
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Gramineas	75	91.5
Poaceae	<i>Oryza sativa</i> L. (arroz rojo)	Gramineas	71	86.6
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Gramineas	66	80.5
Cyperaceae	<i>Fimbristylis littoralis</i> Sin. <i>F. miliacea</i>	Ciperáceas	66	80.5
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton. Sin.: <i>R. exaltata</i> .	Gramineas	64	78.0
Onagraceae	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell Sin.: <i>Jussiaea linifolia</i> Vahl.	Hoja ancha	62	75.6
Commelinaceae	<i>Murdania nudiflora</i> (L.) Brenan	Hoja ancha	59	72.0
Poaceae	<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	Gramineas	49	59.8
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i> Sin.: <i>S 1alac</i>	Ciperáceas	49	59.8
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramineas	47	57.3
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.: Sin.: <i>E. alba</i>	Hoja ancha	41	50.0
Poaceae	<i>Leptochloa panicea</i> Sin.: <i>L. filiformis</i>	Gramineas	34	41.5
Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i> L.	Gramineas	34	41.5
Lamiaceae	<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	Hoja ancha	34	41.5
Pontederiaceae	<i>Heteranthera limosa</i> Sw. Willd.	Acuáticas	32	39.0
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav.	Acuáticas	32	39.0
Cyperaceae	<i>Cyperus iria</i> L.	Ciperáceas	31	37.8
Limnocaritaceae	<i>Limnochloa flava</i> (L.) Buchenau	Acuáticas	29	35.4
Cyperaceae	<i>Scleria pterota</i> Presl.	Ciperáceas	26	31.7
Lythraceae	<i>Ammannia coccinea</i> Rottb.	Hoja ancha	24	29.3
Poaceae	<i>Oriza latifolia</i> Desv.	Gramineas	23	28.0
Malvaceae	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	Hoja ancha	23	28.0
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp. Sin. <i>E. hirta</i>	Hoja ancha	21	25.6
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) vahl. Sin.: <i>F. annua</i>	Ciperáceas	17	20.7
Poaceae	<i>Sporobolus jacquemontii</i> Kunth.	Gramineas	14	17.1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy	Hoja ancha	13	15.9
Asteraceae	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) D.C	Hoja ancha	12	14.6
Poaceae	<i>Echinochloa crus -pavonis</i> (Kunth) Schult.	Gramineas	12	14.6
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Ciperáceas	10	12.2
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Hoja ancha	10	12.2
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) A. St. -Hil.	Hoja ancha	9	11.0
Poaceae	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf.	Gramineas	9	11.0
Convolvulaceae	<i>Ipomoea setifera</i> Poir	Hoja ancha	8	9.8
Pontederiaceae	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burman f.) C.Presl.	Acuáticas	8	9.8
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> L.	Hoja ancha	8	9.8
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin. Sin <i>Casia tora</i>	Hoja ancha	8	9.8
Fabaceae	<i>Sesbania exaltata</i> (Raf.) Cory.	Hoja ancha	7	8.5
Campanulaceae	<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn.	Hoja ancha	7	8.5
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Hoja ancha	6	7.3
Boraginaceae	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Hoja ancha	6	7.3
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.)D.C.	Hoja ancha	6	7.3
Poaceae	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Gramineas	5	6.1
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Hoja ancha	5	6.1
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Ciperáceas	5	6.1
Fabaceae	<i>Crotalaria spectabilis</i> Rot	Hoja ancha	3	3.7
Asteraceae	<i>Baltimora recta</i> L.	Hoja ancha	3	3.7
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl.	Hoja ancha	3	3.7
Capparaceae	<i>Cleome viscosa</i> L.	Hoja ancha	2	2.4
Poaceae	<i>Luziola subintegra</i> Swallen	Gramineas	2	2.4
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.	Hoja ancha	2	2.4
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Hoja ancha	2	2.4
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.	Hoja ancha	2	2.4
Poaceae	<i>Ischaemum timorense</i> Kunth.	Gramineas	2	2.4
Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i> L.	Hoja ancha	2	2.4
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hypericifolia</i> (L.) Millsp. (sin. <i>E. hypericifolia</i>)	Hoja ancha	2	2.4
Poaceae	<i>Paspalum</i> spp.	Gramineas	2	2.4
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	Gramineas	1	1.2
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Hoja ancha	1	1.2
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb.	Ciperáceas	1	1.2
Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i> Mart. Ex Thell	Hoja ancha	1	1.2
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. F.	Hoja ancha	1	1.2
Asteraceae	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	Hoja ancha	1	1.2
Cyperaceae	<i>Dichromena ciliata</i> Vahl.	Ciperáceas	1	1.2
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd	Gramineas	1	1.2
Asteraceae	<i>Erechites hieracifolia</i> (L.) Raf. ExDC.	Hoja ancha	1	1.2
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Hoja ancha	1	1.2
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Gramineas	1	1.2
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i> L.	Hoja ancha	1	1.2
Poaceae	<i>Chloris ciliata</i> Sw.	Gramineas	1	1.2
Fabaceae	<i>Vigna vexillata</i> (L.) A. Rich	Hoja ancha	1	1.2
Cyperaceae	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem.	Ciperáceas	1	1.2

Severidad de la infestación de las especies de malezas presentes en las parcelas de arroz

De las 72 especies de malezas identificadas en las parcelas de arroz, 28 tenían niveles de severidad de 1 - 4 (1 - 40% de cobertura) (Cuadro 3), el resto se presentó en los bordes o muy esparcidas dentro de las parcelas.

Las especies de malezas con altos niveles de severidad (cobertura) en los campos de arroz fueron las gramíneas *Oryza sativa* (arroz rojo) y la *Digitaria sanguinalis*, las cuales alcanzaron en algunas parcelas niveles altos de severidad de 4 (31 - 40% de cobertura).

Otras malezas que alcanzaron niveles de severidad de 3 (21 - 30% de cobertura) fueron en orden de importancia la *Fimbristylis littoralis*, *Echinochloa colona*, *Echinochloa crus-pavonis*, *Murdania nudiflora*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus odoratus* y *Oryza latifolia*. De estas malezas hay que destacar que todas presentaron alto nivel de frecuencia en los campos de arroz, excepto la *Echinochloa crus-pavonis* (14.6%) que se encontró focalizada en el área de la Barqueta en Alanje, Chiriquí. Otras malezas nocivas identificadas fueron la gramínea *Luziola subintegra*, que se identificó en Tocumen y la leguminosa *Vigna vexillata*, que se identificó en Natá. Es recomendable hacer una campaña cuarentenaria con estas malezas para evitar su dispersión en todo el país.

El orden de las malezas con mayor incidencia en el cultivo de arroz en Panamá fueron: *Digitaria sanguinalis* > *Oryza sativa* > *Fimbristylis littoralis* > *Echinochloa colona* > *Murdania nudiflora* > *Ludwigia hyssopifolia* > *Cynodon dactylon* > *Eleusine indica* > *Leptochloa panicea* > *Ischaemum rugosum* > *Cyperus odoratus* > *Oryza latifolia* > *Rottboellia cochinchinensis*.

A pesar de la presencia de una gran cantidad de especies de malezas en los campos de arroz, el uso de herbicidas permite que la mayoría sea controlada adecuadamente por los productores; sin embargo, se debe hacer un mayor esfuerzo en el manejo integrado de estas malezas, ya que un alto porcentaje se escapa al control de los productores, según indicó el estudio.

Para implementar un buen plan de manejo integrado de malezas, los productores deben contar con un personal entrenado para monitorear las parcelas de arroz, con el propósito de identificar y cuantificar los niveles de infestación de las malezas y otras plagas en su cultivo de arroz. Con esta información se pueden tomar decisiones de manejo integrado de manera eficiente y oportuna que garantice un buen rendimiento y bajo costo.

CUADRO 3. PRINCIPALES MALEZAS IDENTIFICADAS EN 82 PARCELAS DE ARROZ, ORDENADAS DE ACUERDO A SU IMPORTANCIA.

Especie	Incid. (%)	trz	SEVERIDAD (COBERTURA %)				Campos infestados	Importancia
			1	2	3	4		
<i>Digitaria sanguinalis</i>	95.1	13	26	26	11	2	78	11.02
<i>Oryza sativa</i>	86.6	23	30	9	6	3	71	7.02
<i>Fimbristylis littoralis</i>	80.5	22	31	10	3		66	5.04
<i>Ech inochloa colona</i>	91.5	32	36	5	2		75	4.18
<i>Murdania nudiflora</i>	72.0	21	33	4	1		59	3.41
<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	75.6	26	30	6			62	3.30
<i>Cynodon dactylon</i>	57.3	21	22	3	1		47	2.48
<i>Eleusine indica</i>	80.5	43	18	5			66	2.41
<i>Leptochloa panicea</i>	41.5	14	14	6			34	2.16
<i>Ischaemum rugosum</i>	59.8	32	13	4			49	1.82
<i>Cyperus odoratus</i>	59.8	39	6	3	1		49	1.52
<i>Oryza latifolia</i>	29.3	12	9	2	1		24	1.37
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	78.0	50	13	1			64	1.37
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	20.7	5	11	1			17	0.96
<i>Echinochloa crus-pavonis</i>	14.6	6	4	0	2		12	0.93
<i>Paspalum virgatum</i>	41.5	27	5	2			34	0.88
<i>Cyperus iria</i>	37.8	20	11				31	0.86
<i>Eclipta prostrata</i>	50.0	33	8				41	0.74
<i>Ammannia coccinea</i>	31.7	17	9				26	0.71
<i>Hyptis capitata</i>	41.5	27	7				34	0.63
<i>Heteranthera reniformis</i>	39.0	26	6				32	0.56
<i>Sporobolus jacquemontii</i>	17.1	9	4	1			14	0.51
<i>Heteranthera limosa</i>	39.0	27	5				32	0.50
<i>Limnocharis flava</i>	35.4	25	4				29	0.42
<i>Cyperus rotundus</i>	14.6	8	4				12	0.32
<i>Chamaesyce hirta</i>	25.6	18	3				21	0.31
<i>Amaranthus spinosus</i>	12.2	7	3				10	0.24
<i>Malachra alceifolia</i>	28.0	22	1				23	0.20

% Incid. = Porcentaje de incidencia.

Trz = Pocas plantas esparcidas en el campo o presente solo en muros.

1= (1 - 10% de cobertura); 2= (11 - 20%); 3= (21 - 30%); 4= (31 - 40%).

Importancia = Suma de la media del porcentaje de cobertura multiplicado por el número de campos infestados y dividido por 82.

Ejemplo:

Importancia de *Digitaria* = $(0.5 \times 13 + 5.5 \times 26 + 15.5 \times 26 + 25.5 \times 11 + 2 \times 35.5) / 82 = 11.02$

Características de las principales malezas identificadas

Digitaria sanguinalis (paja blanca, pata de gallina)

Es originaria de Europa y en Panamá se presenta en todo el país, según las localidades evaluadas (Figura 3). Es una maleza común en los campos de arroz en Panamá, especialmente en el sistema de cultivo bajo secano, donde presenta mayor severidad. Los mayores niveles de severidad se registraron en los distritos de Santiago y Alanje.

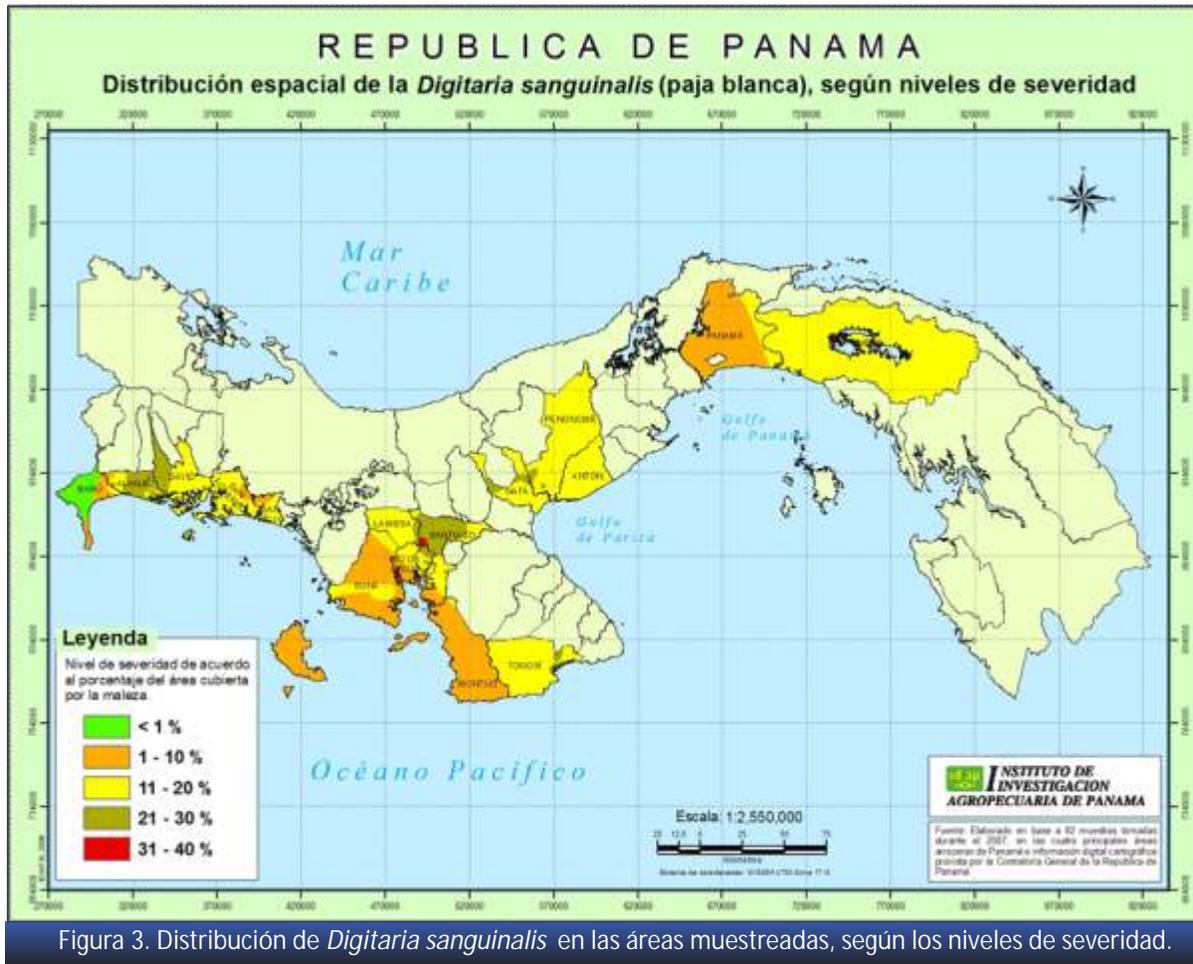


Figura 3. Distribución de *Digitaria sanguinalis* en las áreas muestreadas, según los niveles de severidad.

Esta maleza puede retoñar después de una aplicación de herbicida, lo que obliga a los productores a hacer otras aplicaciones tardías de herbicidas (rescates), como reacción a un control deficiente; por lo cual esta aplicación es costosa e ineficiente. Es recomendable hacer un plan de manejo eficiente de esta especie, que evite su escape.

Como se reproduce por semilla gámica y agámica, es recomendable preparar el suelo en seco, dejando tiempo para que se mueran las semillas vegetativas, quemar con un herbicida sistémico, trabajar con rotación de cultivos y, lo más importante, hacer el control con herbicida preemergentes o posemurgentes tempranos antes que las malezas macollen y desarrollen estolones (Figura 4).



Digitaria sanguinalis
(paja blanca, pata de gallina)

Es una planta anual de tallos decumbentes, crece hasta 60 cm, produce raíces adventicias en los nudos basales, se reproduce por semilla y vegetativamente (Figura 4).

Figura 4. *Digitaria sanguinalis*

Oryza sativa (arroz rojo)

El arroz rojo es la segunda maleza en importancia en el cultivo de arroz en Panamá, por ser de difícil control y de fácil diseminación a través de las semillas sin certificar usadas por los productores.

Se encuentra distribuida en todas las áreas arroceras (Figura 5). Las infestaciones más severas se presentaron en la provincia de Chiriquí, en donde algunas parcelas alcanzaron niveles hasta 40% de cobertura. Coclé fue la segunda provincia con niveles altos de arroz rojo. En el área de Tonosí, se registraron los menores niveles de severidad del arroz rojo.

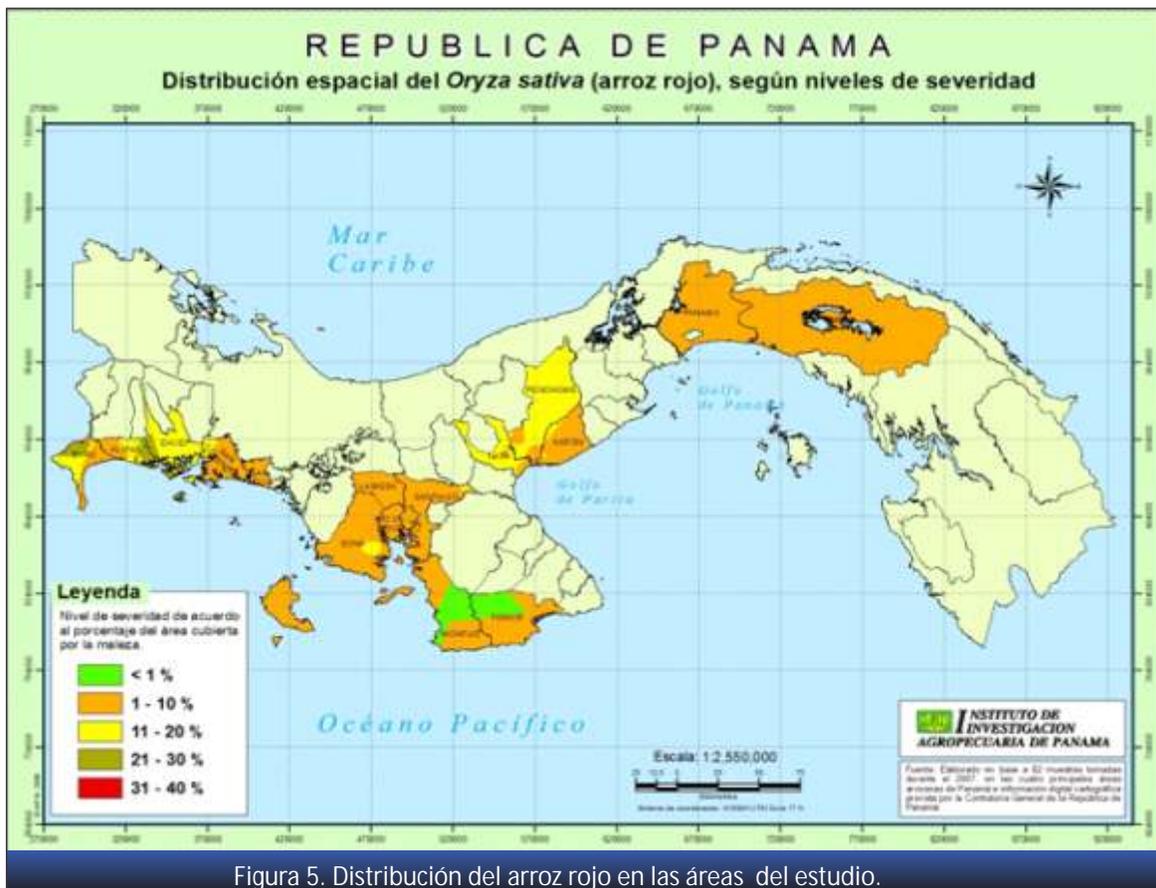


Figura 5. Distribución del arroz rojo en las áreas del estudio.

Entre las características que diferencian el arroz rojo del arroz comercial están, la presencia de una coloración rojiza en la cubierta de la semilla, el ciclo vegetativo diferente, la presencia de semillas de fácil desgrane, con dormancia por varios años y fuera de los patrones comerciales de la forma y tamaño de los granos, ya que son heterogéneos (Figura 6).

La planta de arroz rojo presenta mayor tamaño, precocidad y macollas más vigorosas, haciéndola más eficiente en la competencia con el cultivo, además es hospedera de plagas y enfermedades del arroz.

Es una maleza de difícil control químico con los herbicidas gramínicos utilizados en arroz, ya que la planta posee los mismos mecanismos de detoxificación que el cultivo. Por esta razón, se ha propuesto un manejo integrado, en el cual la base es el uso de semilla certificada libre de arroz rojo, unida a la utilización de otras estrategias de control, tales como el batido o fanguero durante la preparación del suelo, aplicación de herbicidas no selectivos, limpieza de la maquinaria e implementos agrícolas, erradicación manual cuando se encuentre en densidades bajas, uso de variedades resistentes a herbicidas (existe riesgo del flujo de genes), aplicación de reguladores de crecimiento y rotación de cultivos.



Figura 6. *Oryza sativa*

Oryza sativa
(arroz rojo, barbache)

Es altamente nociva, casi idéntica al arroz comercial, se identifica por tener panícula abierta y espiguillas con aristas largas (barbas), coloración rojiza en la cubierta de la semilla y diferencias en el ciclo vegetativo (Figura 6).



Figura 7. *Fimbristylis littoralis*

Fimbristylis littoralis
(pelo de indio)

Ciperácea anual, ocupa el tercer lugar de importancia en el cultivo de arroz. La planta tiene hojas y tallos agrupados en la base, alcanza una altura de 50 cm y se propaga por semilla, que produce abundantemente (Figura 7).

Echinochloa colona (equinocloa, arrocillo)

Es originaria de la India, ampliamente distribuida en las áreas arroceras de Panamá, agresiva y desarrolla resistencia a los herbicidas. Es de crecimiento erecto o postrado, muy ramificado en la base. Las vainas de las hojas basales tienen un color morado (azul rojizo), se reproduce por semillas que produce en grandes cantidades, también vegetativamente, desarrollando raíces y retoños en los nudos. Las semillas pueden permanecer latentes por varios años en el suelo. Crece bien en suelos húmedos y se adapta a suelos pobres. Es hospedera del hongo de la pircularia (*Magnaporthe grisea*), del insecto sogata (*Tagosodes orizicolus*), del virus de la hoja blanca y del chinche del arroz (*Oebalus* sp.). Ocupa el segundo lugar en incidencia en los campos de arroz en Panamá.

Otras especies muy parecidas a esta maleza son la *E. crus-galli* y la *E. crus-pavonis*, las cuales son especies exóticas e invasivas especialmente en el cultivo de arroz (Figura 8).



Figura 8. *Echinochloa colona*

Echinochloa colona
(equinocloa, arrocillo)

Altamente nociva, anual, posee tallos erectos o postrados, vaina lisa de color azul rojizo y ocupa el segundo lugar en incidencia en los campos de arroz en Panamá. Otras especies muy parecidas a *E. colona* son la *E. crus-galli* y la *E. crus-pavonis*. Estas dos especies, ya existen en algunos campos de arroz y están en proceso de diseminación (Figura 8).



E. Colona *E. crus-galli* *E. crus-pavonis*



Figura 9. *Murdania nudiflora*

Murdania nudiflora
(piñita, siempre viva)

Esta planta rastrera de tallos y hojas carnosas, flores pequeñas de color rosado-púrpura, se reproduce por semillas y por estolones. Es una maleza muy diseminada en los campos de arroz y ocupa el sexto lugar de severidad en este cultivo.

Se adapta a suelos pesados y húmedos, pero prefiere los suelos francos con buena humedad. El laboreo favorece su diseminación, ya que cada trozo del tallo puede producir brotes y desarrollar una nueva planta. Es resistente al glifosato (Figura 9).



Figura 10. *Ludwigia hyssopifolia*

Ludwigia hyssopifolia
(palo de agua)

Maleza anual endémica, acuática de hojas anchas, está bien diseminada en todo el país y ocupa el sexto lugar de importancia en el cultivo de arroz. Se identifica por tener un tallo leñoso erecto, ramificado de color rojizo y flores axilares de color amarillo, crece 1 m de altura o más y prefiere los lugares húmedos (Figura 10). El fruto es una cápsula cilíndrica con numerosas semillas. En Panamá existen otras 16 especies del género *Ludwigia*, entre las más comunes tenemos: *L. decurrens*, *L. erecta*, *L. leptocarpa*, *L. octovalvis* (Figura 10).



Figura 11. *Cynodon dactylon*

Cynodon dactylon
(pasto bermuda, hierba de gallina)

Es una gramínea perenne, originaria de África tropical y está ampliamente distribuida en Panamá, ocupa el octavo lugar de importancia en el cultivo de arroz. El pasto bermuda se puede reconocer por su tamaño pequeño. Sus hojas y tallos son delgados y finos, los tallos son fuertes y aplanados (Figura 11).

Esta maleza se reproduce por rizomas, estolones y semillas, prospera en diferentes tipos de suelo, pero prefiere los suelos pesados con mucha humedad. El laboreo favorece la dispersión de esta maleza al pegarse en los discos y llantas de los equipos de preparación del suelo.



Figura 12. *Eleusine indica*

Eleusine indica
(pata de gallo)

Es una gramínea del viejo mundo, de tallo aplanado y liso que alcanza de 15 a 75 cm, sus nudos son abultados. La inflorescencia es una espiga que tiene la apariencia de una pata de gallo. Esta maleza macolla profusamente y tiene un sistema radicular profuso y profundo. Está ampliamente distribuida en todos los campos de arroz y ocupa el octavo lugar entre las malezas más importantes en el cultivo de arroz en Panamá. La pata de gallo se adapta bien a diferentes tipos de suelo y a la humedad, se disemina por semillas que produce abundantemente (Figura 12).



Figura 13. *Leptochloa panicea*

Leptochloa panicea
(plumilla, cola de zorro)

Esta gramínea anual se ha estado diseminando rápidamente en los campos de arroz en los últimos años. El tallo es delgado, poco ramificado, con pocas vellosidades y frecuentemente de color morado rojizo, al igual que las hojas y la panícula madura. La planta alcanza una altura de 90 cm. Se disemina a través de semillas diminutas que produce en grandes cantidades (Figura 13). El uso de semilla sin certificar favorece su dispersión. Se desarrolla bien en suelos pesados con buena humedad. Otra especie del mismo género es *L. scabra*.



Leptochloa scabra



Figura 14. *Ischaemum rugosum*

Ischaemum rugosum
(mazorquilla)

Es una gramínea anual, altamente nociva en el cultivo de arroz. Tiene tallo y hojas pubescentes, y alcanza hasta 1 m de altura. La inflorescencia son dos racimos unidos que se pueden separar (al madurar se separan naturalmente). Las espiguillas tienen prominentes rugosidades. Tanto las vainas como las hojas poseen vellosidades y frecuentemente presentan manchas de un color morado-púrpura. Esta maleza induce el acame en el arroz, además sus semillas son de tamaño similar al arroz, lo que contamina la cosecha. Prospera en suelos húmedos y de crecimiento vigoroso y agresivo (Figura 14).



Figura 15. *Cyperus odoratus*

Cyperus odoratus
(cortadera)

Es una ciperácea, se identifica por el tallo triangular erecto que alcanza hasta 70 cm de altura, las hojas son basales, cerosas y brillantes. La inflorescencia es una umbela de color amarillo. Se reproduce por semillas y vegetativamente por rizomas. Prospera mejor en suelos húmedos (Figura 15).



Figura 16. *Oryza latifolia*

Oryza latifolia
(arroz wichichi)

Hierba endémica, perenne, con rizomas cortos, crece hasta 3 m. El tallo es cilíndrico, los nudos y vainas glabras, lígula de 3 a 6 mm, pubescente. La inflorescencia es una panícula abierta de 15 a 45 cm, las semillas son similares al arroz. Esta especie prefiere los suelos húmedos y se encuentra principalmente en las parcelas con riego. Esta especie se reproduce por semillas y vegetativamente. Es resistente a la mayoría de los herbicidas selectivos al arroz (Figura 16).



Figura 17. *Rottboellia cochinchinensis*

Rottboellia cochinchinensis
(tuquito, manisuris)

Gramínea anual originaria de la India, tiene tallo erecto de 1 a 2.5 m de altura. Se identifica por tener raíces adventicias grandes en forma de zancos en los nudos inferiores. Las vainas son de color rojizo con pelos largos afilados que causan irritación. Prospera bien en cultivos de arroz de secano y no en parcelas con riego. Es una planta muy agresiva, se reproduce por semillas que produce abundantemente y que pueden permanecer latentes por varios años (Figura 17).



Figura 18. *Paspalum virgatum*

Paspalum virgatum
(cabezona)

Gramínea perenne, altamente nociva, tallo robusto de 1 a 1.5 m de altura. La inflorescencia es una panícula de color pardo oscuro. Se reproduce por semillas y vegetativamente. Está ampliamente distribuida (Figura 18).



Figura 19. *Cyperus irta*

Cyperus irta
(cortadera)

Planta anual con hojas en la base, el tallo es triangular erecto y alcanza 30-60 cm, se reproduce por semillas y está bien adaptada a condiciones húmedas (Figura 19).



Eclipta prostrata



Amaranthus spinosus



Heteranthera reniformis



Heteranthera limosa



Limnocharis flava



Sphenoclea zeylanica



Euphorbia heterophylla



Sporobolus jacquemontii

Figura 20. Otras malezas.



Cyperus rotundus



Cleome viscosa



Melampodium divaricatum



Malachra alceifolia



Hyptis capitata



Cenchrus echinatus

Figura 21. Otras malezas.



Figura 22. *Luziola subintegra*

Luziola subintegra

Es una maleza acuática perenne, estolonífera, de tallos largos y huecos, con ramificaciones en los nudos. Es una planta monoica, la flor masculina la produce en el extremo superior del tallo y las flores femeninas se originan en los nudos inferiores. Se reproduce por semillas y estolones, las plántulas se confunden con el arroz. Se presenta en el área de Tucumén, por lo que se puede evitar su dispersión a otras áreas arroceras (Figura 22).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Según este estudio, las malezas más importantes en el cultivo de arroz son la *Digitaria sanguinalis* (paja blanca), *Oryza sativa* (arroz rojo), *Fimbristylis meliacea* (pelo de indio), *Echinochloa colona* (equinocloa), *Murdania nudiflora* (piñita) y la *Ludwigia hyssopifolia* (palo de pozo).
2. Existen dos especies de gramíneas, la *Echinochloa crus-gavonis* que está focalizada en Alanje y la *Luziola subintegra* en Tocumen, que son consideradas nocivas y que ameritan un programa de manejo especial para evitar que invadan otras áreas arroceras de Panamá.
3. La identificación de 72 malezas asociadas al cultivo de arroz en Panamá indica que los productores deben implementar un manejo integrado de ellas, para disminuir su disseminación, los daños al cultivo y el costo de producción.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ampong – Nyarko, K; De Datta, SK. 1991. A handbook for weed control in rice. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Filipinas. s.p.
- Begum, M; Juraimi, AS; Azmi, M; Rajan, A; Syed Omar, SR. 2005. Weed vegetation of direct seeded ricefields in muda rice granary areas of Peninsular Malaysia.: Pakistan Journal of Biological Sciences 8 (4): 537-541.
- Cárdenas, J; Reyes, CE; Doll, JD. 1972. Malezas tropicales. International plant Protection Center, Agencia Internacional para el Desarrollo y el Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. 2 v, 341 p.
- Correa, MD; Galdames, C; Stapf, MS de. 2004. Catálogo de las plantas vasculares de Panamá. Editora Novo. 599 p.
- Montealegre, FA; Vargas, JP. 1992. Manejo y caracterización del arroz rojo en Colombia. In Arroz en América Latina; Mejoramiento, Manejo y Comercialización. Federico Cuevas-Pérez ed. CIAT-IRRI. Memorias VIII Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y el Caribe, Villahermosa, Tabasco, México. p. 127-145.
- Moody, K; Lubigan, RT; Munroe, CE; Paller, EC. 1984. Major weeds of the Philippines. Weed Science Society of the Philippines. Los Baños, Filipinas. 328 p.
- Rojas, M; Agüero, R. 1996. Malezas asociadas a canales de riego y terrenos colindantes de arroz anegado en Finca El Cerrito, Guanacaste, Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 7 (1): 9-19.
- Salazar, LC. 2006. Malezas asociadas a los cultivos de Panamá. Guía 1. Imprenta Instinto Graphic, Facultad de Ciencias, Universidad de Panamá. 36 p.

SÍNTOMAS PRODUCIDOS POR DEFICIENCIAS NUTRICIONALES SIMILARES A ENFERMEDADES BIÓTICAS EN LAS PLANTAS DE ARROZ

Felipe González Ochoa¹

Existen factores elementales que debemos considerar en el manejo integrado de enfermedades para el cultivo de arroz; contribuyendo a evitar la incidencia o minimizar el efecto que pudieran causar. Entre estos, el más importante es el diagnóstico correcto del problema que se presenta en campo, lo que permitirá tomar las decisiones adecuadas para el manejo apropiado del cultivo.

Las enfermedades pueden ser causadas por diferentes agentes patológicos y pueden ser de naturaleza biótica o abiótica. Como agentes patológicos de naturaleza biótica, se pueden mencionar los hongos, bacterias, virus, viroides, micoplasmas, nematodos, insectos y vertebrados. Los agentes patológicos de naturaleza abiótica, son aquellos que ocasionan desórdenes fisiológicos en la planta, sin ser seres vivos; entre ellos el clima, suelo, elementos nutricionales y diversas causas de estrés en la planta.

Se considera que la enfermedad en las plantas es una desviación del estado fisiológico normal que afecta desfavorablemente el desarrollo de la misma. Se calcula que en el mundo se pierden alrededor de 10 a 15% de la producción de los alimentos debido a las enfermedades de las plantas.

El arroz necesita para su crecimiento y nutrición cantidades adecuadas y oportunas de nutrientes que extraen del suelo o de fertilizantes. Entre los principales elementos se encuentran el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, silicio y otros microelementos. Su adición en la cantidad correcta aumentará la velocidad de crecimiento, la materia seca y el rendimiento en grano (Carreras 2004).

La falta de estos elementos nutritivos en el cultivo, presentan síntomas similares a los producidos por organismos patógenos. De hecho, en las plantas que enfrentan carencia de estos elementos, se producen desórdenes fisiológicos, considerados patológicos, los cuales se reconocen como de origen abiótico y pueden afectar seriamente el rendimiento.

El cultivo debe contar con los nutrientes adecuados en el momento oportuno, lo que permite expresar el potencial de rendimiento de la variedad. En términos generales, el cultivo requiere más nutrientes en la época de mayor radiación.

¹ M.Sc, Manejo integrado de Plagas. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr).
e-mail: felipegonzalez111@yahoo.com.mx

DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE ARROZ

Nitrógeno (N)

Es el elemento más importante para la alta productividad del arroz. La fuente inorgánica de nitrógeno más común, es la urea. Los productores deben tomar precauciones para prevenir grandes pérdidas por el manejo inadecuado de ésta.

Evitar aplicar urea en el agua durante la fase de crecimiento temprano, ya que se pierde gran cantidad por volatilización.

La carencia de nitrógeno en el cultivo puede ocasionar los siguientes desórdenes fisiológicos (Figura 1 y 2):

- ▲ Las hojas adquieren una coloración verde amarillenta.
- ▲ Reduce el macollamiento de las plantas de arroz.
- ▲ Las hojas son más pequeñas.
- ▲ El rendimiento se reduce considerablemente.
- ▲ Las plantas se tornan más susceptibles al ataque de enfermedades como la helmintosporiosis (*Drechslera oryzae*) (Dobermann 2000).

Siendo el nitrógeno un elemento de gran movilidad dentro de la planta, el amarillamiento de las hojas debido a la carencia de este elemento, se muestra fundamentalmente en las hojas más viejas (Figura 2). De esta forma, el síntoma de amarillamiento producido por distintas causas, pudiera ser reconocido como deficiencia de nitrógeno; si las hojas más jóvenes permanecen verdes mientras que las hojas viejas muestran una clorosis pronunciada.

La clorosis o amarillamiento que se produce en las plantas jóvenes, no debe ser confundido con los síntomas producidos por el ataque de bacterias fitopatógenas, ya que las bacteriosis en arroz producen síntomas distintos y específicos.



Figura 1. Planta de arroz verde - amarillo.



Figura 2. Amarillamiento en las hojas bajas.

Fósforo (P)

La disponibilidad del fósforo en el arroz cultivado bajo riego (inundado), es alta. La deficiencia de fósforo presenta los siguientes síntomas o desórdenes fisiológicos (Figura 3):

- ▲ Reduce el macollamiento y el desarrollo de raíces, lo que retrasa la floración y maduración.
- ▲ Las hojas bajas (viejas), se tornan estrechas, cortas, muy erectas y de color verde oscuro (Figura 3).
- ▲ Las hojas jóvenes aparentan estar sanas, pero las hojas viejas se tornan cafés y mueren.
- ▲ Reduce el número de hojas, panículas y granos por panícula.
- ▲ Algunas variedades presentan una coloración rojiza a púrpura en las hojas y tallos, producida por un pigmento llamado antocianina (Figura 3).
- ▲ La deficiencia está asociada a toxicidad de hierro, a bajo pH y a la insuficiencia de zinc.
- ▲ Puede atrasar la madurez hasta una semana o más y cuando la deficiencia es severa las plantas no florecen.
- ▲ Aumenta el número de granos medianamente llenos y en casos extremos, la formación del grano no ocurre.
- ▲ Disminuye la respuesta de las plantas a la fertilización nitrogenada (IRRI 2005).



Figura 3. Planta mostrando síntomas de deficiencia de fósforo.

Potasio (K)

El arroz requiere cantidades altas de potasio (K). El efecto del K en la resistencia de las plantas al ataque de enfermedades es ampliamente conocido. Se afirma que el potasio es un elemento eficiente para prevenir enfermedades.

Cuando se produce la deficiencia de este elemento en el cultivo de arroz, se puede observar los siguientes desórdenes fisiológicos (Figura 4 y 5).

- ▲ Plantas de crecimiento lento (hojas pequeñas, tallos cortos y delgados).
- ▲ Macollamiento reducido en condiciones de severa deficiencia.
- ▲ Hojas con márgenes de color amarillo parduzco o puntos necróticos (Figura 4 y 5).
- ▲ Mayor incidencia de acame en plantas.
- ▲ Senescencia temprana de las hojas, marchitamiento y enrollamiento de las hojas, particularmente en condiciones de alta temperatura y baja humedad.
- ▲ Alto porcentaje de espiguillas estériles o mal llenadas, condición causada por una pobre viabilidad del polen y una translocación tardía de los carbohidratos. Se reduce el peso de 1000 granos.
- ▲ Mal sistema radicular (muchas raíces negras, baja densidad y longitud de las raíces) que causa una reducción en la absorción de nutrientes. Se reduce la producción de citoquinina en las raíces.
- ▲ Bajo poder de oxidación de las raíces, lo que reduce la resistencia del sistema radicular a sustancias tóxicas producidas en el suelo en condiciones anaeróbicas. Por ejemplo, toxicidad de hierro (Fe) causada por deficiencia de K.

- ▲ Incremento en la incidencia de enfermedades, particularmente la mancha parda (*Helminthosporium oryzae*), cercospora (*Cercospora* spp.), quema bacterial (*Xanthomonas oryzae*), rizoctonias (*Rhizoctonia solani*), pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), y pircularia o tizón (*Magnaporthe grisea*) cuando se usan cantidades excesivas de N y cantidades insuficientes de K (Dobermann 2000).



Figura 4. Puntos necróticos causados por deficiencia de potasio.



Figura 5. Hojas con márgenes de color amarillo-pardusco.

La Figura 6 presenta los síntomas de la planta de arroz cuando es atacada por hongos como *Cercospora oryzae* Miyake (Figura 6a), en su fase anamorfa o *Helminthosporium oryzae*, al inicio de la infección (Figura 6b), o las deficiencias de zinc, potasio y manganeso (Figura 6c, 6d y 6e, respectivamente).

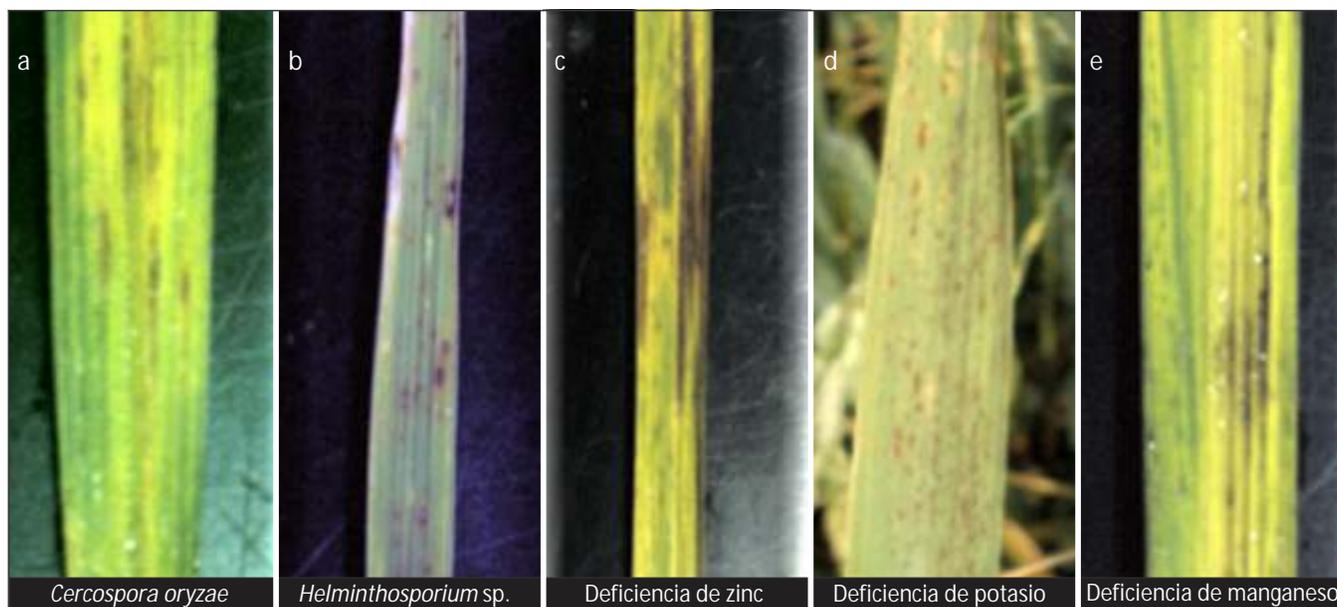


Figura 6. Síntomas de enfermedades y por deficiencia de elementos.

Para diferenciar las lesiones producidas por el hongo *C. oryzae* de las otras enfermedades, debemos observar las características como la forma alargada, un máximo de 1.5 mm de ancho y presenta una mancha de color café oscuro en el centro. Las lesiones del hongo *H. oryzae*, al desarrollarse se diferencian de las demás por su centro de color verde grisáceo.

La deficiencia de manganeso en la planta de arroz, es parecida a la de *C. oryzae*, se diferencia por presentar una longitud superior a 1.5 mm y bordes irregulares. La deficiencia de zinc produce lesiones que terminan uniéndose, dando lugar a lesiones de gran tamaño en la lámina de la hoja (10 - 15 mm de ancho). Cuando se da la deficiencia de potasio, los puntos necróticos, generalmente, se mantienen y están acompañados de clorosis en los bordes de las hojas y puntas secas en la lámina foliar.

Azufre (S)

La deficiencia de azufre (S) presenta problemas frecuentemente en el arroz de riego. Aquellos suelos que presentan menos de 12 ppm de azufre, muestran respuestas a las aplicaciones de este elemento (Dobermann 2000).

Los síntomas de la deficiencia de este elemento, que se observa en las plantas son los siguientes (Figura 7):

- ▲ Presenta un amarillamiento de las hojas jóvenes, se reduce el tamaño y el macollamiento de la planta (Figura 7).
- ▲ La clorosis es más pronunciada en las hojas jóvenes, donde las puntas de las hojas se tornan necróticas (Dobermann 2000).

Uno de los elementos diferenciadores, entre la deficiencia de nitrógeno y azufre, resulta ser la posición en la que se presenta la clorosis, a lo largo de la planta. El amarillamiento ante la falta del elemento nitrógeno, se inicia en las hojas bajas o viejas, mientras que ante la deficiencia de azufre, la clorosis se inicia en las hojas jóvenes. Al igual que en la deficiencia de nitrógeno, la clorosis producida por la deficiencia de azufre, no debe ser confundida con los síntomas de bacteriosis, ya que estos aparecen en la fases más tardías, cuando el cultivo está en campo.



Figura 7. Amarillamiento en las hojas jóvenes por deficiencia de azufre.

Magnesio (Mg)

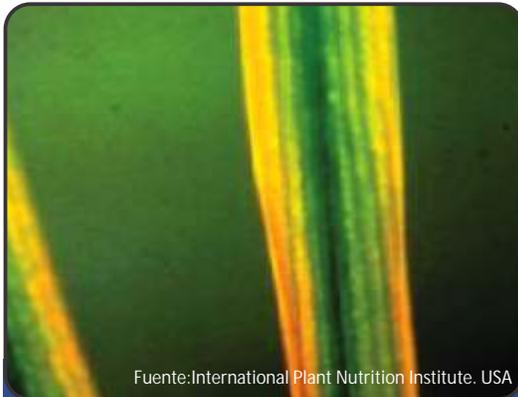
El magnesio participa en procesos enzimáticos importantes, además de constituir el átomo central de la clorofila, por lo que se encuentra involucrado en la asimilación de CO_2 y la síntesis de las proteínas.

Entre los cereales, el cultivo de arroz, es el que tiene los más bajos requerimientos de magnesio. La escasez de este elemento es producida, principalmente, por el monocultivo y el alto rendimiento. La alta concentración de K y NH_4 tiende a restringir la disponibilidad de este elemento.

Para el arroz de secano, el mejor nivel de magnesio en el suelo, está cerca del 10% de la capacidad de intercambio de cationes (CIC). En el caso del arroz en tierras húmedas, la deficiencia de magnesio es rara, pero pueden aparecer cuando su concentración está por debajo de 3 a 4% de la CIC, y cuando el pH es menor de 5.5 (Chaudhary 2003). Los síntomas de esta enfermedad fisiológica pudieran ser confundidos con los ocasionados por el virus de la hoja blanca.

Los síntomas de la deficiencia de magnesio, son los siguientes (Figura 8):

- ▲ Clorosis intervenal de color naranja-amarillenta en las hojas viejas.
- ▲ Clorosis en la hoja bandera (Chaudhary 2003).



Fuente: International Plant Nutrition Institute. USA

Figura 8. Clorosis intervenal de color naranja-amarillenta en las hojas, causada por deficiencia de magnesio.



Figura 9. Planta con síntoma del virus de la hoja blanca en arroz.

Esta sintomatología, es confundida con los síntomas producidos por la enfermedad conocida como virus de la hoja blanca del arroz (Figura 9). Para diferenciar ambas se debe observar la ubicación de las hojas que presentan el síntoma. Si el síntoma se presenta en las hojas bajas y no en las más nuevas, entonces podemos descartar que se trate del virus de la hoja blanca, ya que una vez se presenta en cualquier hoja, este deberá aparecer en las subsiguientes.

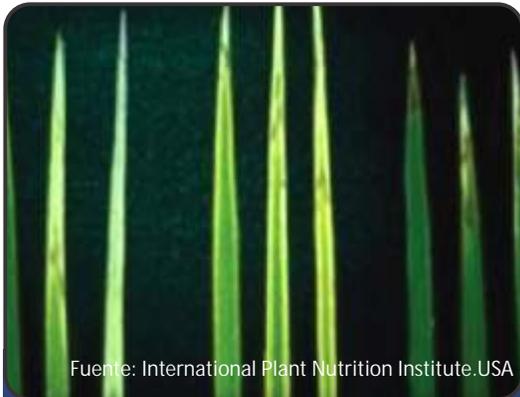
Cobre (Cu)

El cobre es componente de diversas enzimas que intervienen en la nutrición de la planta, tiene un papel preponderante en la fotosíntesis y formación de clorofila.

La deficiencia de cobre es inducida por la presencia de un pH mayor a 7.5, condición que reduce fuertemente la movilidad de este elemento por su absorción sobre coloides minerales. Los suelos altamente orgánicos ligan al cobre haciéndolo indisponible a la planta, y los suelos arenosos y calcáreos excesivamente lavados son pobres proveedores. La presencia de hierro, manganeso y aluminio afectan su disponibilidad (Quelafol 2008).

Los síntomas que presenta la deficiencia de este microelemento (Figura 10), resultan muy similares a los producidos por la bacteria *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Figura 11), por lo que se recomienda la confirmación a través de análisis de laboratorio.

- ▲ La deficiencia de Cu ocurre, generalmente, en suelos de turba y aparece como fajas cloróticas y lesiones necróticas de color café oscuro en la punta de las hojas nuevas.



Fuente: International Plant Nutrition Institute.USA

Figura 10. Deficiencia de cobre.



Figura 11. Bacteria *Xanthomonas oryzae*.

Manganeso (Mn)

El manganeso forma parte de sistemas enzimáticos y activa funciones metabólicas. Es constituyente estructural de proteínas. Su principal función está ligada a la evolución de oxígeno en la fotosíntesis. Se puede encontrar deficiencia de manganeso en suelos calcáreos, mal drenados, ricos en materia orgánica, pH superior a 7.5 y en suelos arenosos ácidos donde se ha lavado de la zona de alcance de las raíces (Quelafol 2008).

El síntoma que produce esta deficiencia consiste en una clorosis intervenal (Figura 12), en las hojas nuevas. Esto podría ser confundido con los síntomas producidos por el virus de la hoja blanca del arroz (Figura13). La diferencia entre ellos, radica en que la clorosis que se produce, ataca las venas de la lámina foliar, cuando se trata del virus de la hoja blanca del arroz.



Figura 12. Deficiencia de manganeso.



Figura 13. Virus de la hoja blanca.

Zinc (ZN)

El zinc es esencial para promover ciertas reacciones metabólicas y activar algunos sistemas enzimáticos. Cumple funciones en la síntesis de la clorofila y en la formación de hidratos de carbono, es esencial en la producción de material genético. Las deficiencias de zinc ocurren tanto en suelos naturalmente pobres, como en los neutros o calcáreos. Altos niveles de fosfatos inducen a la deficiencia de zinc. En suelos anegados, los cambios de pH por anaerobiosis, aumentan su deficiencia (Quelafol 2008).

Síntomas de deficiencia (Figura 14):

- ▲ Crecimiento lento y desigual de la planta.
- ▲ Aparecen manchas café en las hojas superiores (Dobermann 2000).

Cuando el agente etiológico, resulta una deficiencia nutricional, la solución para resolver el problema es más sencilla que aquélla para combatir un patógeno de naturaleza biótica. Basta con proporcionar los elementos nutritivos necesarios al cultivo, produciendo una pronta recuperación de las plantas, lo que resulta fácil, económico y efectivo.

En el siguiente Cuadro 1, se observa la cantidad de cada nutriente que necesita absorber el cultivo por tonelada de rendimiento y a modo de ejemplo, el requerimiento total y la extracción en grano para un rendimiento de 6 t/ha.



Figura 14. Deficiencia de zinc.

CUADRO 1. CANTIDAD DE NUTRIENTES ABSORBIDOS POR EL CULTIVO, PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA TONELADA DE GRANO

Nutriente	Requerimiento		Rendimiento 6 t/ha	
		kg/t grano	Necesidad ¹	Extracción ²
			kg/ha	
Nitrógeno	N	17	102 ³	67
Fósforo	P	3.1	19	16
Potasio	K	26.2	157	16
Calcio	Ca	2.8	17	1
Magnesio	Mg	2.4	14	6
Azufre	S	0.94	6	4
		g/t grano	g/ha	
Boro	B	16	96	48
Cobre	Cu	27	162	149
Hierro	Fe	350	2100	1197
Manganeso	Mn	370	2220	355
Zinc	Zn	40	240	120

¹ Cantidad total de nutriente absorbido por el cultivo.

² Cantidad total de nutriente exportado en grano.

³ Necesidades de nitrógeno para el cultivar El Paso 144. (De Battista et al. 1992-97)

Fuente: García 2000.

BIBLIOGRAFÍA

- Araúz, CLP. 1998. Fitopatología: un enfoque agroecológico. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 467 p.
- Carreras, R. 2004. La fertilización del arrozal. *Agrícola Vergel* no. 267: 122-127.
- Chaudhary, RC; Nanda, JS; Tran, DV. 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Comisión Internacional del Arroz. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 87 p.
- Dobermann, A; Fairhurst, T. 2000. Rice: Nutrient disorders & nutrient management. Potash and Phosphate Institute and International Rice Research Institute.
- García, F. 2000. Requerimientos nutricionales de los cultivos. *Fertilidad 2000*. INPOFOS.
- Horsfall, J.G. 1979. Latrogenic disease: mechanism of action: in plant disease. New York. Academic Press. 1979:343-365.
- International Plant Nutrition Institute. 2008. Identificación de los Problemas Nutricionales en Arroz (en línea). Consultado 14 dic. 2008. Disponible en [http://www.inpofos.org/ppiweb/gltamn.nsf/\\$webindex/article](http://www.inpofos.org/ppiweb/gltamn.nsf/$webindex/article)
- IRRI (International Rice Research Institute); CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1975. Sistema de evaluación estándar para arroz. Colombia, CIAT. 62 p.
- IRRI (International Rice Research Institute, CO); Agricultural University Wageningen. 1994: Soil physical properties: measurement and use in rice-based cropping systems. Los Baños, Philippines, IRRI. 111 p.
- IRRI (International Rice Research Institute, CO). 2005. La deficiencia de fósforo una limitante del buen desarrollo de su cultivo. Filipinas, IRRI. 25 p.
- Kranz, J; Theunissen, J; Becker, R. 1994. Vigilancia y pronóstico en la protección vegetal. Feldafing República Federal de Alemania, ZEL. DSE. 281 p.
- Quelafol. 2008. 16 nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal (en línea). Consultado 14 dic. 2008. Disponible en <http://www.anser.com.ar/nutrientes.htm> - 262k
- Sanint, LR; Wood, S. 1998. Impact of rice research in Latin America and the Caribbean during the past Three decades. In Impact of Rice research. P.L. Pingali and M. Hossain, editores. TDRI e IRRI. Manila.
- Teng, PS. ed. 1987. Crop loss assessment and pest management A.P.S. Minnesota, USA, Press St. Paul. 270 p.

MANEJO INTEGRADO DEL COMPLEJO ÁCARO (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) – HONGO (*Sarocladium oryzae*) – BACTERIA (*Burkholderia glumae*), EN EL CULTIVO DEL ARROZ

Ismael Camargo B¹; Felipe González O²; Evelyn Quirós McIntire³; Bruno Zachrisson⁴; Kilmer Von Chong⁵ (q.d.e.p.)

El ácaro del arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley), asociado al hongo *Sarocladium oryzae* Sawada, fue reportado en octubre del 2003, en algunas de las principales regiones arroceras de Panamá (provincias de Coclé y Panamá), provocando vaneamiento y manchado de grano.

Panamá es el primer país de América continental en registrar la presencia de *Steneotarsonemus spinki*, el cual es considerado como la plaga más importante en el cultivo de arroz en Asia Tropical.

Los primeros trabajos que estudiaron los diferentes aspectos del complejo ácaro-hongo, se realizaron en Asia y trataron temas como la bio-ecología, dinámica poblacional y huéspedes alternos de *Steneotarsonemus spinki*, entre otros. Estudios del ácaro, realizados en Cuba a partir de 1998, han aportado datos valiosos, y a su vez, contrastantes con los reportados en Asia.

Entre los objetivos de esta guía están: brindar recomendaciones para el manejo del complejo ácaro-hongo-bacteria, información y conocimientos a los técnicos de los sectores público y privado, a los productores de arroz, facilitar la labor de capacitación a los productores de arroz del país, considerando el Manejo Integrado del Cultivo (MIC), la mejor estrategia técnica para enfrentar el problema fitosanitario existente.

GENERALIDADES DEL ÁCARO

El ácaro fitófago, cuyo nombre científico es *Steneotarsonemus spinki*, es conocido comúnmente como el ácaro de la vaina del arroz. Es una plaga que tiene como principal hospedante al arroz (*Oryza sativa* L.).

El ácaro al alimentarse, causa daños mecánicos en la planta a lo largo del interior de las vainas de las hojas, afecta directamente el raquis de las panículas e influye en los mecanismos de circulación de los nutrientes. Las panículas afectadas presentan granos malformados, manchados y un porcentaje importante de granos vanos. Esto se refleja en una disminución del rendimiento que puede oscilar entre 30 y 60%, dependiendo de la susceptibilidad de la variedad.

Las lesiones mecánicas ocasionadas por el ácaro, facilitan la penetración y diseminación de las conidias del hongo oportunista *Sarocladium oryzae* (Sawada/Gams y Hawks), quien ocasiona la enfermedad conocida como pudrición de la vaina.

¹Ph.D. en Mejoramiento Genético. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG), e-mail: camargo.ismael@gmail.com

²M.Sc. en Manejo Integrado de Plagas. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), e-mail: felipegonzalez111@yahoo.com.mx

³M.Sc. en Agricultura Ecológica. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG).

⁴Ph.D. en Entomología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr).

⁵Ph.D. en Fitopatología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARC); (q.d.e.p.)

La población de *Steneotarsonemus spinki* se incrementa a partir de la fase de inicio del primordio floral hasta la apertura de la panícula. Por otro lado, las lesiones facilitan la infección de bacterias fitopatógenas, favoreciendo el complejo y aumentando la severidad del mismo.

Ciclo de vida

La duración del ciclo de vida del ácaro depende de las fluctuaciones de la temperatura, humedad relativa y fenología del cultivo. Estudios realizados en Cuba por Ramos y Rodríguez (2000), muestran que bajo condiciones de laboratorio, a una temperatura menor de 15°C, ocurre la muerte total del ácaro y a 16°C no se reproduce, presentando una elevada mortalidad. A temperatura de 20°C el ciclo de vida del ácaro tiene una duración de 11 días, mientras que entre 24 y 28°C dura ocho días. El ciclo de vida del ácaro se acorta a temperaturas entre 28 y 29°C, por lo que presenta un mayor número de generaciones. Bajo las condiciones climáticas de Panamá, el ciclo de vida del ácaro puede variar entre 4 y 12 días.

Biología:



➔ Huevo: Pequeño, blanco, translúcido, ovoide y alargado. Es colocado individualmente en los espacios internos de las vainas. Una hembra puede ovipositar o depositar 50 huevos en cinco días.

➔ Larva: De coloración similar al huevo, su cuerpo es alargado, se diferencia del adulto por tener tres pares de patas e incrementa su tamaño hasta llegar a un periodo de quiescencia o inactividad. Son acarreadas por los machos adultos en la cuarta pata, y cuando la larva alcanza la madurez sexual es copulada y liberada, para luego tomar otra ninfa.

➔ Adulto: Tiene cuatro pares de patas. El cuerpo de la hembra y del macho es transparente. El macho se distingue de la hembra por tener un cuerpo de menor tamaño. El último par de patas en el macho lo utiliza para apretar y defenderse, mientras que en la hembra son reducidas y de menor tamaño (Figura 1). El largo y ancho promedio del *Steneotarsonemus spinki* es de 272 x 109 µm (Figura 2).



a. Hembra adulta - patas reducidas

b. Macho adulto - patas largas

Figura 1. Características del ácaro adulto, que distingue la hembra (a) del macho (b).



Figura 2. Vista de un ácaro adulto macho, a través de un microscopio electrónico.

Hábitat de la plaga

En estudios realizados bajo las condiciones agroclimáticas de Panamá (Andrew et al. 2004), las poblaciones más altas de *Steneotarsonemus spinki* fueron observadas particularmente en la tercera y cuarta vaina de las hojas, en la sección media de la vaina, en la fase de embuchamiento (Figura 3).

Condiciones que favorecen la presencia del complejo ácaro-hongo-bacteria

De acuerdo a las investigaciones realizadas por autores cubanos como Santos (1999), Ramos y Rodríguez (2001), Almaguel et al. (2003), los factores o condiciones que pueden favorecer las poblaciones del ácaro son:

- Temperaturas superiores a 25°C.
- Humedad relativa del aire superior a 80%.
- Fluctuaciones de periodos secos seguidos de lluviosos, durante las fases de crecimiento del cultivo. Es decir, cuando pasa varios días sin llover, la población del fitófago (ácaro) disminuye y cuando retorna la lluvia, y se eleva la humedad relativa del aire, la población del ácaro aumenta.
- Alta densidad de siembra (superior a 3 qq/ha).
- Elevada aplicación de fertilizante nitrogenado y mal manejo de la fertilización.
- El impacto del complejo depende de la etapa fenológica del cultivo.
- El estrés biótico y abiótico prolongado.



Figura 3. Sección media de la vaina es el hábitat preferencial de la plaga.

Dinámica poblacional

En Cuba se han realizado estudios de dinámica poblacional de *S. spinki*, dando como resultado altas y bajas poblaciones de acuerdo a los meses de siembra y a los cultivares usados. La dinámica o desarrollo de la población del ácaro está fuertemente influenciada por la temperatura (Miranda et al. 2003, Almaguel et al. 2003, Leyva et al. 2003). En Bangalore, India, Ghosh et al. (1999), señalaron como factores determinantes en la dinámica poblacional la baja precipitación y la intensidad lumínica.

Estudios preliminares realizados en Panamá por Quirós-McIntire et al. (2005a), confirman la influencia de la humedad relativa del aire y la temperatura, sobre la dinámica poblacional del ácaro *Steneotarsonemus spinki*. Resultados obtenidos por Quirós-McIntire (2011) confirmaron que el factor determinante para el movimiento y densidad poblacional de *S. spinki*, es la humedad relativa mínima.

La humedad relativa (HR) juega un rol importante en la regulación de la población de *S. spinki*, ya que en la mayoría de las siembras durante la época seca la HR oscila entre 45 y 72%, disminuyendo considerablemente la presencia del ácaro en el cultivo de arroz, mientras que en la época lluviosa la HR oscila entre 65 y 90%, favoreciendo el desarrollo del mismo (Santos 1999) (Figura 4).

A partir de datos de la fluctuación poblacional de *S. spinki* en las variedades IDIAP L7 e IDIAP 38, independiente del momento de siembra, se encontró el patrón típico de la fluctuación poblacional de *S. spinki*, con un crecimiento inicial lento, correspondiente a la fase vegetativa y explosivo en la fase reproductiva y de maduración de la planta. En general, la Figura 4 ilustra las curvas de la población de *S. spinki* para ambas variedades, alcanzado picos altos en las

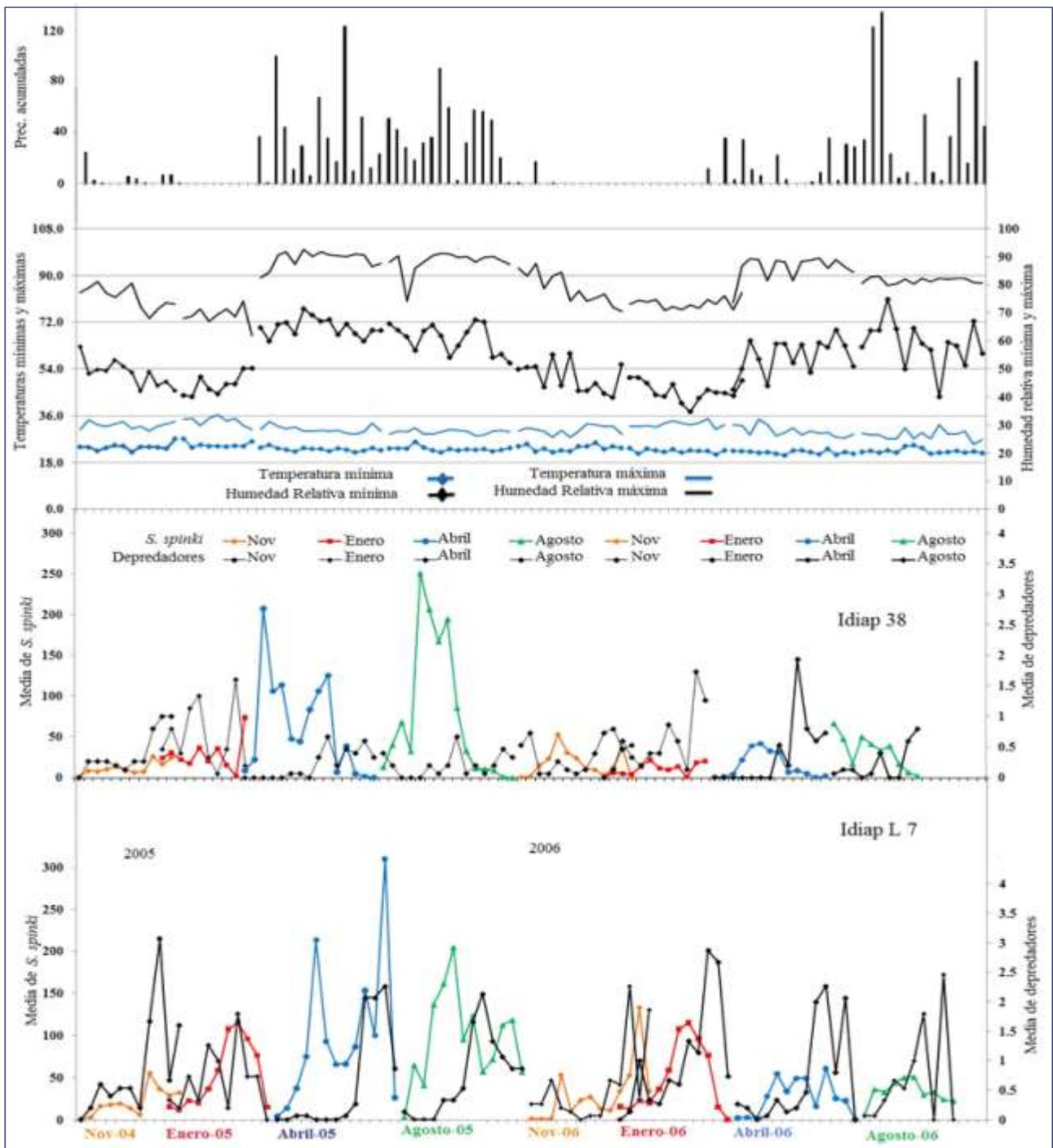


Figura 4. Dinámica poblacional de *Steneotarsonemus spinki* y sus depredadores, ocurrencia de factores climáticos en diferentes fechas de siembra entre el 2004 y 2006 (Quirós-McIntire 2011).

cuatro primeras siembras con respecto a las cuatro últimas. La población promedio de *S. spinki* dentro de una misma variedad pueden variar de una siembra a otra, lo cual está influenciado por la condición climática que ocurra durante el ciclo de desarrollo de las plantas (Quirós-McIntire 2011).

En la Figura 4 se muestra la sincronía de la población de *S. spinki* con poblaciones de enemigos naturales o ácaros depredadores. La presencia de ácaros depredadores aumentó con el transcurso de las fases fenológicas, alcanzando mayor población hacia la fase de maduración de las variedades. La dinámica de los ácaros depredadores demuestra que éstos se establecen en menor abundancia en la fase vegetativa y aumentan hacia la maduración, todo en función del movimiento de la presa, que en este caso, puede ser el ácaro *S. spinki*.

Diseminación

El ácaro se esparce en el campo, a través de fuertes vientos, el agua, maquinarias y equipos agrícolas, trabajadores (hombre), aves migratorias y otros insectos.

Las hembras son las que migran para sobrevivir y no se desarrollan hasta que se restablecen las condiciones favorables para su multiplicación. Tiene la capacidad de desplazarse hasta 100 m y puede sobrevivir a periodos de inundación de hasta 92 horas (Santos 1999, Cabrera et al. 2003).

SÍNTOMAS Y DAÑOS QUE OCASIONA EL ÁCARO *S. spinki*

Generalmente, los síntomas se observan en la fase vegetativa con la aparición temprana de manchas marrones en la vaina de las hojas de plantas jóvenes. En la fase reproductiva se presentan panículas vanas, algunas con curvaturas anormales del pedúnculo (pico de loro) y en la fase de maduración permanecen erectas. Los granos se presentan vanos, o parcialmente llenos, algunos con curvaturas y manchados, variando las manchas desde pardo claro hasta negro, lo que afecta la calidad molinera. En la vaina de la hoja bandera se observa una pudrición visible a lo largo de los bordes, partiendo del punto de salida de la panícula.

En la fase reproductiva (apertura de la panícula) y floración, se observa la mayor población del ácaro y durante el llenado del grano, ocurre el mayor daño. En esta fase se presenta la mejor condición para que el ácaro se alimente y desarrolle, ocasionando dos tipos de daños: los directos, al alimentarse y los indirectos, al causar deformaciones y diseminar patógenos.

Daños directos

El ácaro *spinki* al alimentarse, extrae del tejido vegetal, la sabia o el contenido de las células presentes en las vainas de las hojas o en los granos, induciendo a la deshidratación, necrosis y muerte del tejido (Figura 5). El ácaro al alimentarse del ovario de la flor (Figura 6) puede producir espigas con granos vanos que presentan apariencia de espiga erecta, ocasionando una elevada tasa de granos vanos en la panícula y la disminución del rendimiento (Figura 7).



Figura 5. Tejido deshidratado y necrótico.



Figura 6. Flor con exposición del ovario.



Figura 7. Panículas con granos vanos.

Daños indirectos

El ácaro *spinki* tiene una estrecha relación con el hongo *Sarocladium oryzae*, pues transporta sobre su cuerpo conidias o esporas, las cuales son estructuras reproductivas del hongo, que son inoculadas en la planta al momento de la ruptura del tejido vegetal (daño mecánico), ocasionando la pudrición de la vaina de la hoja bandera e impidiendo la emergencia de la panícula. Esta afección se observa en la planta causando manchas oblongas e irregulares de color café grisáceo, tanto en la vaina de la hoja bandera, como en los granos, además del vaneado (Figura 8). También estos síntomas pueden ser provocados por otros microorganismos, incluyendo las bacterias oportunistas que se incorporan al complejo.

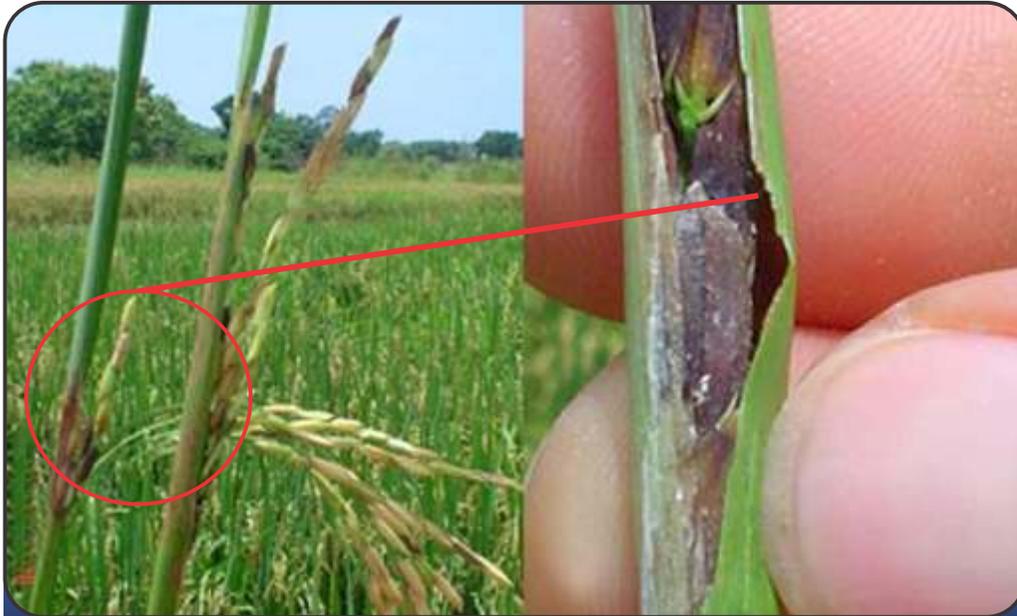


Figura 8. Manchado y pudrición ocasionado por *Sarocladium oryzae*, en la vaina de la hoja bandera y en el grano.

Entre otros daños indirectos por el ácaro *spinki* está el complejo de bacterias afectando el cultivo de arroz, el cual se detalla a continuación:

COMPLEJO DE BACTERIAS

En el sistema de producción de arroz interactúan diversos factores y organismos (benéficos o patógenos), entre ellos, encontramos las bacterias, las cuales son capaces de producir mermas en el rendimiento del cultivo de arroz (Von Chong et al. 2002).

La incidencia de bacteriosis se incrementa en parcelas afectadas por sequía y deficiencias nutricionales según González 2008. La nutrición de las plantas, a una dosis que suministre los requerimientos de fósforo (P), potasio (K), micronutrientes y niveles adecuados de fertilización nitrogenada, ayudan a reducir la incidencia o el efecto patogénico de las bacterias que atacan al cultivo. El complejo patogénico, conocido como ácaro-hongo-bacteria en el cual participan diferentes especies de bacterias, afectan de manera significativa el rendimiento de la producción arrocería.

La problemática causada por el complejo ácaro-hongo-bacteria, ha sido enfrentada de diversas formas en los distintos países donde se ha presentado. En Cuba, por ejemplo: El efecto del ácaro en la producción arroceras fue manejado considerando la época de siembra. Para ellos, la llamada siembra de frío, donde la producción de arroz se realiza, durante la época en que la temperatura baja y efectúa un buen control del ácaro *Steneotarsonemus spinki*, resulta ser efectiva.

En Panamá, la estrategia más efectiva para el manejo del ácaro *S. spinki* resultó ser, la utilización de variedades tolerantes al ácaro como IDIAP 38, IDIAP 145-05, IDIAP FL 137-11, por mencionar algunas.

Entre los elementos que conforman el complejo ácaro-hongo-bacteria, una vez resuelto el manejo adecuado tanto para el ácaro como para los hongos, como elemento principal, nos queda el manejo del complejo de bacterias que se presentan en los campos de producción de arroz. Considerando que la forma más eficiente de dispersión y ataque de las bacterias, es la contaminación o infección de la semilla para la siembra, dirigimos nuestra estrategia de investigación para definir métodos eficientes de desinfección de la semilla.

En nuestro país se han reportado las bacterias *Xanthomonas* sp., *Erwinia* sp. y algunas del género *Pseudomonas* sp., tales como *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas avenae* y *Burkholderia glumae* (González et al. 2008). En los últimos años, tres de estas bacterias han provocado pérdidas entre 5 y 50% del rendimiento promedio estimado, afectando significativamente el cultivo de arroz.



Figura 9. Clorosis marginal y secamiento descendiente del ápice a la base de la hoja.

Xanthomonas oryzae pv. *oryzae*

Los síntomas inician con una clorosis marginal de la lámina foliar a partir del ápice de la hoja y desciende en dirección hacia la base. Las lesiones se unen y el tejido afectado seca y muere (Figura 9).

Pseudomonas fuscovaginae

Los síntomas se caracterizan por presentar lesiones de color café rojizo en la vaina de la hoja con tamaño variable, entre 0.1 y 15 mm. Las lesiones pueden unirse, dando la apariencia de lesiones de mayor tamaño, de bordes irregulares y definidos (Figura 10).



Figura 10. Síntomas por *Pseudomonas fuscovaginae* y *Burkholderia glumae*, en los tallos y las vainas de las hojas.



Figura 11. Síntomas por *Pseudomonas fuscovaginae* y *Burkholderia glumae*, en las panículas de arroz, tornando los granos de color café rojizo.

Burkholderia glumae

Los síntomas producidos por esta bacteria son idénticos a los descritos para la *Pseudomonas fuscovaginae* y son diferenciadas mediante pruebas de laboratorio (González 2004).

La bacteria se puede transmitir en forma directa, a través de semillas con presencia del inóculo y/o de lotes infestados. La misma puede entrar a la planta a través de los estomas y se multiplica en los espacios intercelulares del parénquima.

Se reportan diversos hospederos para *B. glumae*, entre ellos se destacan las malezas pertenecientes a los géneros *Andropogon*, *Eleusine*, *Eragrostis*, *Lolium*, *Panicum*, *Paspalum*, *Pennisetum* y *Setaria* (González 2004, Correa et al. 2007).

Control de bacterias mediante el manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas (MIP), se define como un sistema que emplea técnicas adecuadas y muy compatibles que mantienen la población de plagas y patógenos por debajo del nivel que causarían perjuicios o pérdidas económicas para el agricultor. Este sistema considera el ambiente relacionado con las especies plagas y su dinámica poblacional, la presencia de otros hospederos vegetales alternos y factores climáticos como temperatura, humedad y radiación solar.

Se recomienda el muestreo periódico durante diferentes fases fenológicas del cultivo, lo que permitirá detectar oportunamente la presencia de diversos problemas fitosanitarios, incluyendo los provocados por bacterias y poder sustentar la aplicación de las medidas de control correspondiente.

Los métodos recomendados de manejo integrado, para lograr un control adecuado de las bacterias que provocan pérdidas en la producción de arroz, son los siguientes:

- Aplicar niveles adecuados de fertilizantes, de acuerdo al análisis de suelo, condiciones agroclimáticas y necesidades nutricionales conforme a las variedades utilizadas.
- Usar semillas certificadas. El uso de semilla certificada, previamente tratada, ayuda a minimizar los efectos de los patógenos asociados a este complejo, como el hongo *Sarocladium oryzae* y las bacterias fitopatógenas que se transmiten por semilla.
- Eliminar las semillas infectadas con la bacteria, colocando la semilla en una solución de agua saturada con sal común y desechando aquellas que floten.
- Tratamiento con calor a la semilla, aplicando una hora de calor seco a 50°C y alternar con 24 horas de descanso. Repetir el procedimiento descrito, tres veces (González y De León 2007).
- Solarizar las semillas de arroz, durante 20 horas de radiación solar acumulativa. Lo que significa, sumar las horas de exposición a la radiación solar intensa, hasta acumular 20 horas de tratamiento. Este tratamiento permite liberar la semilla de bacterias como *S. fuscovaginae* y *B. glumae* (Figura 12).
- Escoger la época de siembra que permita alta radiación solar durante la fase de emergencia de la espiga y llenado del grano, de preferencia en los meses de la estación seca (noviembre a mayo). Esta época de siembra, permite la producción de arroz sin que se presenten problemas causados por ácaros, hongos e inclusive bacterias. Las plantas cultivadas durante este periodo del año, no presentaron daños en la panícula, causados por la incidencia de bacteria, a pesar de haberse aislado de los tallos de las plantas (*Pseudomonas fuscovaginae* y *Burkholderia glumae*).

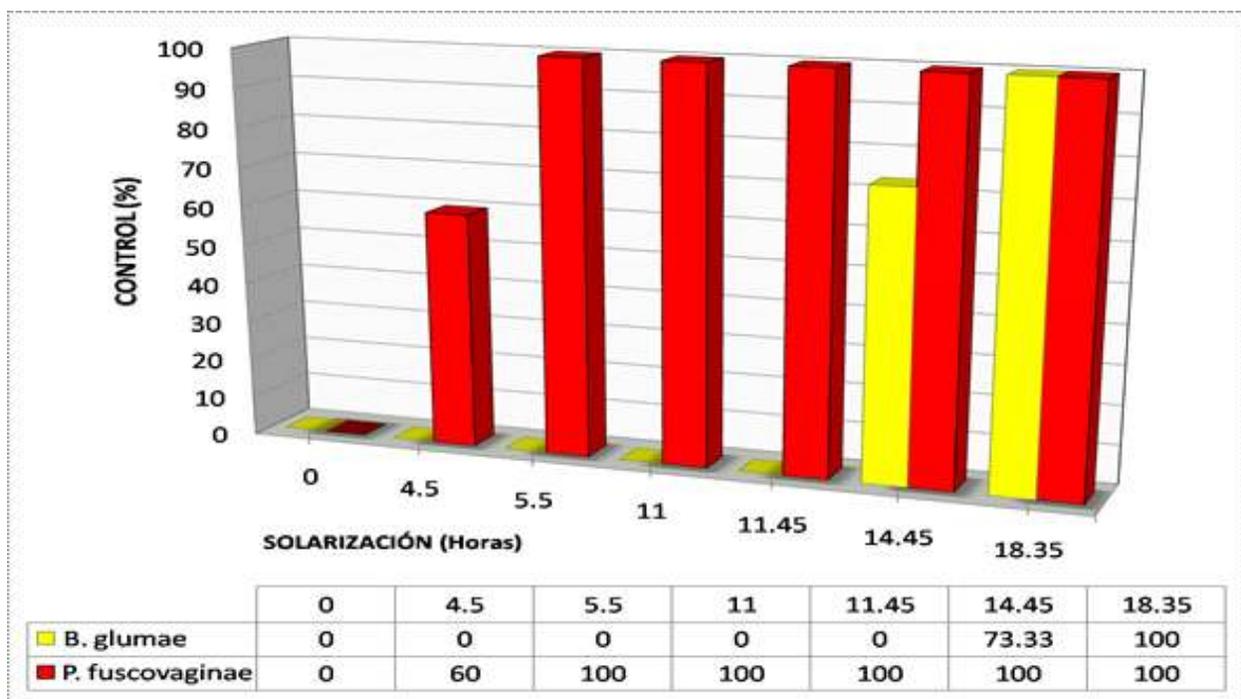


Figura 12. Efecto de la solarización en el control de bacterias *B. glumae* y *P. fuscovaginae* en la semilla de arroz.

- Sumergir la semilla de arroz en una solución de ácido acético al 0.1% durante 24 horas, luego dejar escurrir, de la misma forma como se realiza el tratamiento de pregerminación, antes de la siembra. Éste tratamiento permite llevar al campo semilla totalmente libre de bacterias y hongos, sin afectar el porcentaje de germinación (Figura 13).
- Aplicación del bactericida ácido oxolínico (Starnar), en la fase del cultivo correspondiente al máximo embuchamiento.



Figura 13. Efecto del tratamiento de la semilla de arroz con ácido acético al 0.1% de concentración (v/v).

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE ARROZ

El concepto de manejo integrado considera todos los factores que interaccionan. Entre estos encontramos:

Factores bióticos: variedad, insectos, enfermedades, malezas, enfermedades e insectos de las malezas, arroz rojo, ácaros y otros organismos benéficos.

Factores abióticos: tipo de suelo, humedad relativa, temperatura, precipitación, luminosidad, vientos dominantes.

Factores culturales: fecha de siembra, densidad, policultivos, cultivos trampas, tipo de labranza o preparación del suelo.

Factores económicos: acceso a financiamiento, mercados, precios.

Fenología del arroz y su importancia en el manejo integrado

Las dificultades para el control del ácaro *spinki* están dadas por sus características etiológicas y no por su potencial reproductor. La ubicación del ácaro en el interior de la vaina de la hoja de la planta de arroz, dificulta la penetración de los plaguicidas y agentes biológicos, por lo que es necesario considerar la fenología del cultivo para determinar la fase oportuna para su control.

La Figura 14 muestra los momentos fenológicos claves de la planta de arroz que se deben diferenciar visualmente en campo, para que pueda organizarse el mejor manejo de la parcela, de acuerdo a las etapas fenológicas que se describen.

La fase vegetativa que va desde la germinación hasta el máximo macollamiento (Figura 14a), entre 45 y 55 días después de siembra (dds¹), es el momento oportuno para la aplicación de las primeras medidas de manejo de la fertilización y el control de las malezas, insectos y enfermedades de importancia económica.

La fase reproductiva, durante el inicio del primordio floral hasta el inicio de la floración (Figuras 14b, c y d) existe mayor disponibilidad de alimento y un microclima favorable para el crecimiento y desarrollo del ácaro, ocasionando un incremento de la población. A pesar de estas condiciones, esta fase es el segundo momento oportuno de manejo, ya que permite un mayor alcance de penetración del control químico, especialmente durante el máximo embuchamiento (Figura 14c), debido a que las vainas de las hojas se encuentran abiertas a consecuencia de la presión que ejerce la panícula en el tallo, reflejándose una elevada eficiencia en el control.



Figura 14. Estados críticos del crecimiento del arroz relacionados con el manejo integral del cultivo.

Dada la importancia de la fenología de la planta para el manejo integrado del cultivo, se presenta la Figura 15, donde se describe de manera esquemática, las diferentes fases fenológicas del arroz (vegetativa, reproductiva y maduración), su duración aproximada, y dentro de cada fase, las diferentes etapas que van desde la germinación de la semilla hasta la maduración del grano, considerando la duración del ciclo de las variedades, ya sean precoces (115 dds), intermedias (130 dds) y tardías (superiores a 130 dds).

¹ dds= días después de siembra. El día cero es aquel en que existe la humedad necesaria en el suelo para iniciar el proceso de germinación, ya sea porque llueva o se riega la parcela, y no necesariamente corresponde al día que colocamos la semilla en el suelo seco.

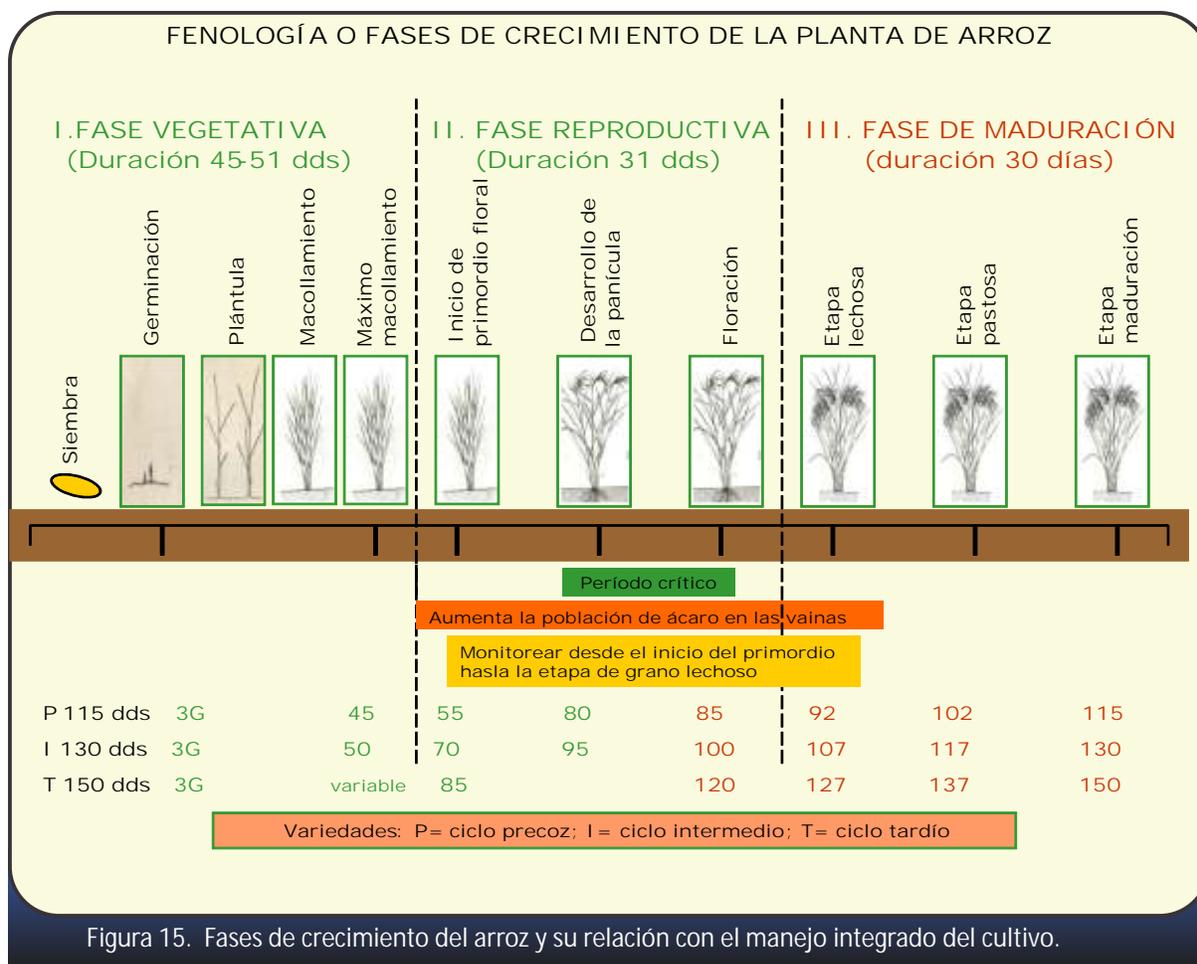


Figura 15. Fases de crecimiento del arroz y su relación con el manejo integrado del cultivo.

Para el manejo integrado del cultivo (MIC), se sugiere efectuar monitoreos constantes a partir de la fase vegetativa después de la germinación para determinar la presencia de malezas, insectos, enfermedades y deficiencias nutricionales. Para cuantificar la presencia del ácaro se debe iniciar el monitoreo en la etapa de primordio floral. En la Figura 15, se indica que el periodo crítico o momento oportuno para efectuar el control químico contra el ácaro es la etapa de desarrollo de la panícula o embuchamiento. Además, muestra la etapa donde se presentan las condiciones favorables para que se incremente la población del ácaro (González 2006).

Es importante reiterar que los monitoreos deben tener una visión integral, sin plantearse exclusivamente, para cuantificar la población de ácaros, sino, debe observar la incidencia de problemas fitosanitarios, incluyendo otras plagas causadas por hongos, bacterias fitopatógenas y nematodos. Además, debemos monitorear los síntomas de las posibles deficiencias nutricionales del cultivo.

Etapas de crecimiento en los principales cultivares de arroz

El Cuadro 1 presenta en condiciones de riego, la duración aproximada de los días después de la siembra (dds) para las diferentes etapas de crecimiento de interés para el manejo integrado del cultivo de arroz y, en especial, para el complejo ácaro-hongo-bacteria. Esta información se basa en estudios realizados por Camargo (2005), para esto se tomaron datos experimentales provenientes de 11 a 37 localidades de riego, durante los años 2000 al 2004 en Panamá.

En cada etapa de crecimiento, según el cultivar, se presenta una serie de parámetros estadísticos como el promedio (Prom), la desviación estándar, con su límite inferior (LI) y el límite superior (LS); se utiliza como ejemplo la variedad IDIAP 25-03, la cual debe alcanzar en promedio el máximo macollamiento (MM) a los 40 días; sin embargo, bajo condiciones ideales de manejo del cultivo, bajo riego y en condiciones ambientales óptimas de luminosidad y temperatura, la variedad alcanza el máximo macollamiento a los 33 días, que corresponde al límite inferior (LI). Si hubiese problemas con el riego, muchos días nublados y temperatura inferior a 25°C, el MM se puede retrasar hasta los 47 dds, que representa el límite superior (LS) (Cuadro 1).

CUADRO 1. DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA, SEGÚN ETAPA FENOLÓGICA EN CULTIVARES DE ARROZ, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.

Cultivares de arroz	N° de datos	Máximo macollamiento			Inicio de primordio floral			Floración			Maduración		
		LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS
IDIAP 14505	63	34	41	48	40	48	54	71	78	85	101	108	115
IDIAP 5405	45	34	41	48	41	48	55	72	79	86	102	109	116
IDIAP FL 106 - 11	35	38	44	50	45	51	57	76	82	88	106	112	118
IDIAP FL 137 - 11	35	38	44	50	45	51	57	76	82	88	106	112	118
IDIAP 38	83	34	44	54	47	54	61	78	85	92	108	115	122
IDIAP 5205	51	31	41	51	42	51	61	73	82	92	103	112	122

LI= Límite inferior, Pro= promedio, LS= Límite superior

En cuanto a la etapa de inicio del primordio floral, en la variedad IDIAP 25-03, si las condiciones son óptimas, se debe iniciar los monitoreos a los 38 dds, aunque se estima que en promedio, el inicio del primordio debe ocurrir a los 47 dds. De igual manera, si las condiciones ambientales y de manejo no son las más adecuadas, esta etapa puede retrasarse hasta los 53 dds.

En cuanto a la floración, se espera que en promedio esta variedad deba estar florida a los 77 dds; si las condiciones son óptimas, la floración puede estar iniciándose a los 69 dds, y si es lo contrario, esta etapa puede extenderse hasta los 84 dds.

El Cuadro 2 presenta información para las condiciones de secano. La interpretación del mismo es similar a la del Cuadro 1, con la diferencia que en el Cuadro 2 se observa un desfase, debido a que en secano, cada etapa requiere mayor tiempo, tal vez, a que los cultivares están expuestos al estrés ambiental, ya sea biótico o abiótico. Por otro lado, no hay que perder de vista que las condiciones de secano favorecido en Chiriquí son diferentes a las que se presentan en Chepo, y ambas, difieren del secano que se presenta en Coclé. De manera que, esta variabilidad climática puede explicar la variación en la duración de las diferentes etapas en los cultivares. Esta información se basa en estudios realizados por Camargo (2005), para esto se tomaron datos experimentales provenientes de 15 a 56 localidades de secano, durante los años 2000 al 2004 en Panamá.

Estos Cuadros son herramientas que suministran cierto nivel de orientación sobre la fenología de las variedades que se encuentran en el mercado, y puede contribuir al logro de mayores niveles de eficiencia en el manejo integrado del cultivo. Su utilidad está asociada al sentido común, a la dedicación y experiencia del técnico extensionista o el responsable de la finca para identificar claramente la o las etapas fenológicas del cultivo, cuando se efectúen los monitoreos y poder hacer las recomendaciones para el manejo pertinente.

CUADRO 2. DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA, SEGÚN ETAPA FENOLÓGICA EN CULTIVARES DE ARROZ, BAJO CONDICIONES DE SECANO.

Cultivares de arroz	N° de datos	Máximo macollamiento			Inicio de primordio floral			Floración			Maduración		
		LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS	LI	Prom	LS
IDIAP 145-05	63	37	45	53	42	53	61	73	83	92	103	113	122
IDIAP 54-05	66	41	49	57	46	57	65	77	87	96	107	117	126
IDIAP FL 106 - 11	65	40	47	54	47	54	61	78	85	92	108	115	122
IDIAP FL 137 - 11	65	39	46	53	46	53	60	77	84	91	107	114	121
IDIAP 38	87	40	52	64	55	64	70	86	94	101	116	124	131
IDIAP 52-05	62	40	48	56	46	56	63	77	86	94	107	116	124

LI= Límite inferior, Prom= promedio, LS= Límite superior

Preferencias del ácaro de acuerdo a la fase fenológica del cultivo

Para el entendimiento y estudio de cualquier tipo de plaga se debe conocer la dinámica poblacional de la misma, a través de cada una de las fases fenológicas del cultivo. A continuación, se describe la preferencia del ácaro *Steneotarsonemus spinki* dentro de cada fase fenológica (Figura 16).

Fase vegetativa

La población adulta del ácaro se establece en plantas de 15 a 20 dds y se puede llegar a observar poblaciones de uno a tres ácaros por tallo principal. El tiempo de establecimiento del ácaro depende del manejo agronómico que se realice, como de las condiciones ambientales.

Fase reproductiva

En la fase reproductiva del cultivo el crecimiento de la población de ácaros se mantiene lineal. En la mayoría de los cultivares coincide que el primer pico poblacional del ácaro, puede ocurrir a inicio del primordio floral y el segundo en el máximo embuchamiento, muy próximo a la emergencia de la panícula, hasta la floración o grano lechoso.

Fase de maduración

En esta fase, se puede observar una población del ácaro mayor que en la fase vegetativa, específicamente en los primeros días de la ocurrencia de la maduración del grano, después se presenta un decrecimiento lineal, ocasionado naturalmente por la mortalidad y/o migración del ácaro por falta de nutrimentos, puesto que la planta inicia su senescencia y sus tejidos se lignifican.

Estudios previos indican que las etapas fenológicas del cultivo y las condiciones agroclimáticas influyen directamente en la dinámica poblacional de *Steneotarsonemus spinki* (Miranda et al. 2003, Santos 1999). Los resultados obtenidos en Panamá por Quirós McIntire et al. (2005a) y (2011), reflejan que el incremento de la población del ácaro en la variedad IDIAP L7 corresponde al comportamiento general observado en otras variedades, donde ocurren dos picos poblacionales, el primero en la etapa de inicio del primordio y el segundo al momento de la floración. Es probable que este segundo pico se deba a la búsqueda de la alimentación completa o nutritiva que requiera el ácaro para sus futuras generaciones, encontrándose estos recursos alimenticios dentro de la flor de la espiga de arroz.

En la variedad IDIAP 38 se observó un pico poblacional a inicios del primordio floral, luego una disminución lineal durante la floración y la maduración del grano, tal vez, por algún mecanismo de tolerancia de esta variedad.

Es importante mencionar que la tendencia de la población de *S. spinki* en estas variedades, es independiente del clima que ocurra durante el crecimiento de las plantas, aún en presencia de variaciones de humedad relativa mínima, la cual puede influir en la cantidad de la población de ácaros, no así en el movimiento de esta población dentro de la planta o en su fenología.

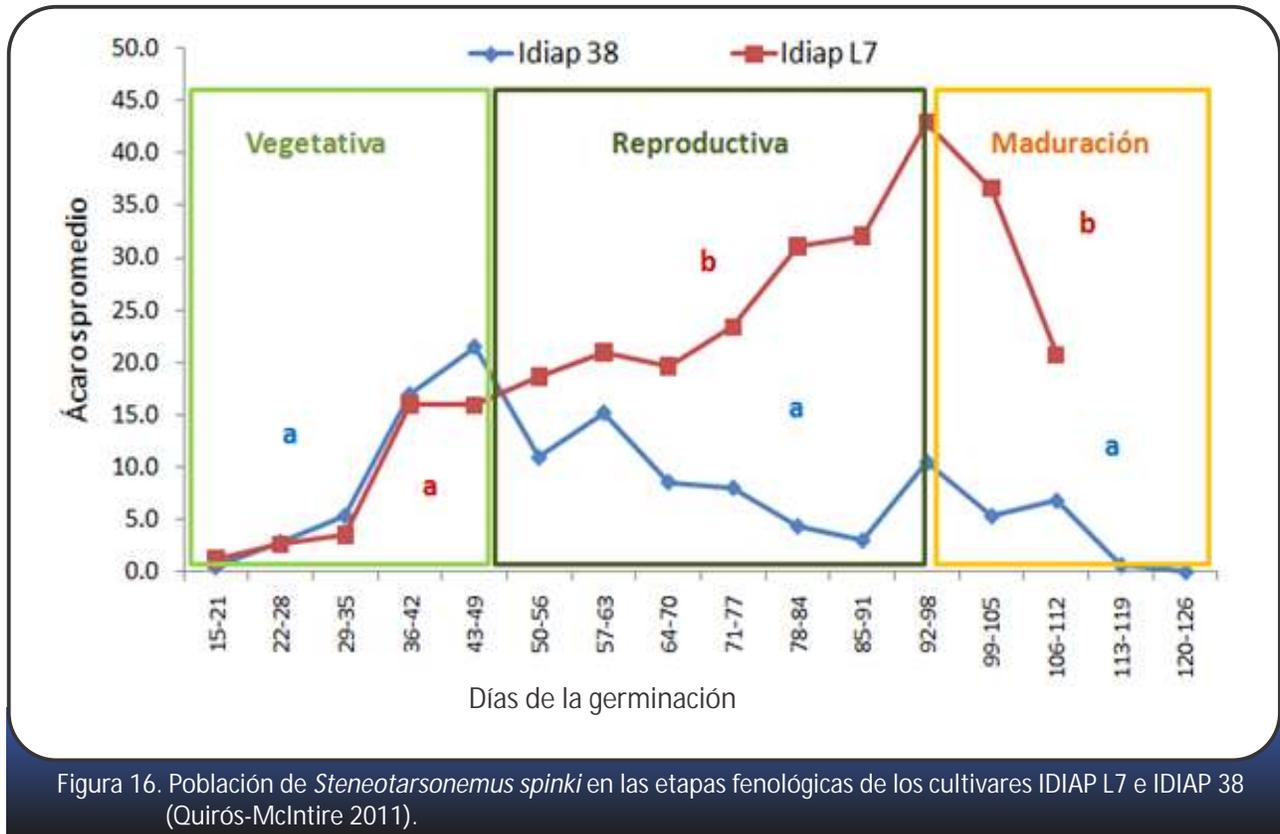


Figura 16. Población de *Steneotarsonemus spinki* en las etapas fenológicas de los cultivares IDIAP L7 e IDIAP 38 (Quiros-McIntire 2011).

La Figura 17 presenta el movimiento de la población de *S. spinki* en ocho variedades del IDIAP, incluyendo el cultivar Vioal, con la ocurrencia de precipitaciones durante el crecimiento de las plantas. Durante la etapa de emergencia de la panícula y floración, entre 62 y 83 ddg, ocurrió una disminución de la precipitación, lo que de alguna manera afectó la curva de crecimiento de la población de *S. spinki*. Este comportamiento del ácaro difiere del presentado bajo condiciones de riego, observando que en la medida que aumenta la precipitación y se eleva la humedad relativa mínima la población de *S. spinki* aparece (104 ddg), lo que permite comprobar que hay una relación entre la población del ácaro y la humedad relativa.

En forma general, la población del ácaro *S. spinki* aumenta a medida que transcurren las fases fenológicas del cultivo, registrando las mayores poblaciones en la vaina de la hoja bandera, encontrando una alta densidad en la espiguilla durante la floración, en el interior de los órganos florales y en el grano hasta la etapa de grano lechoso.

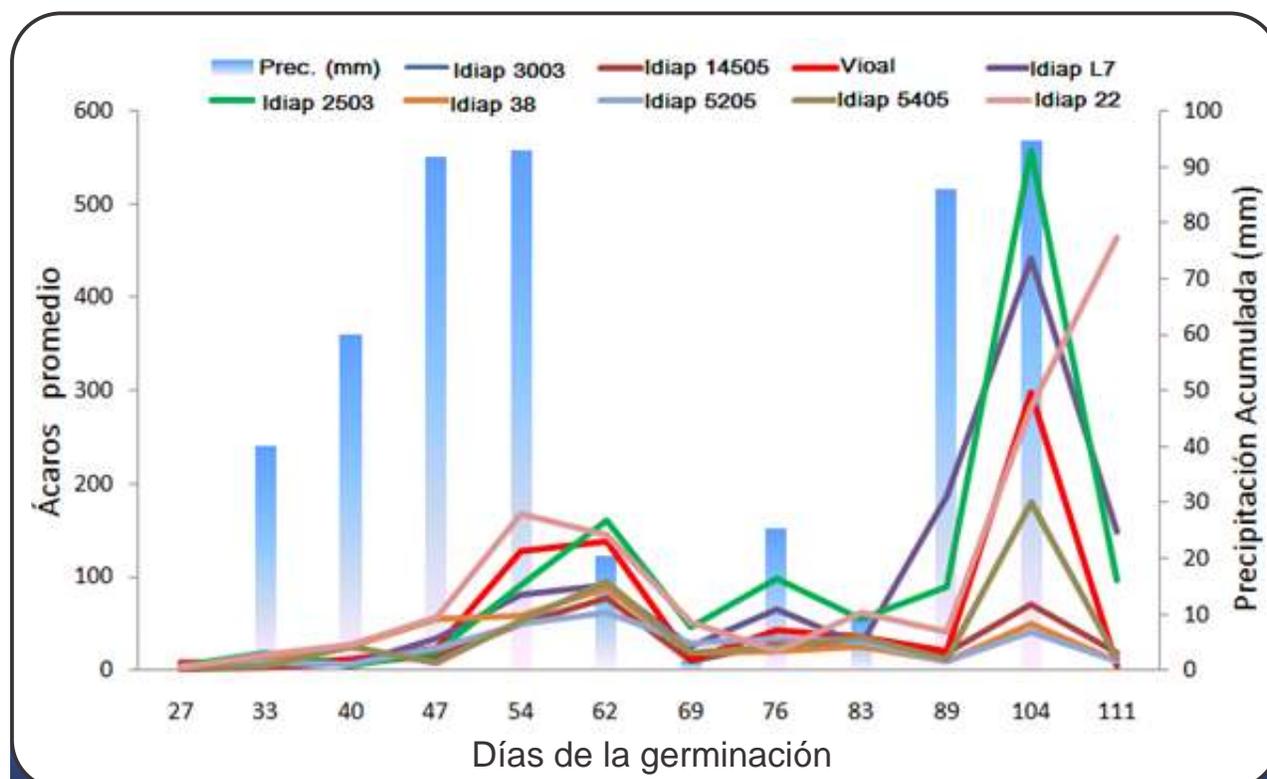


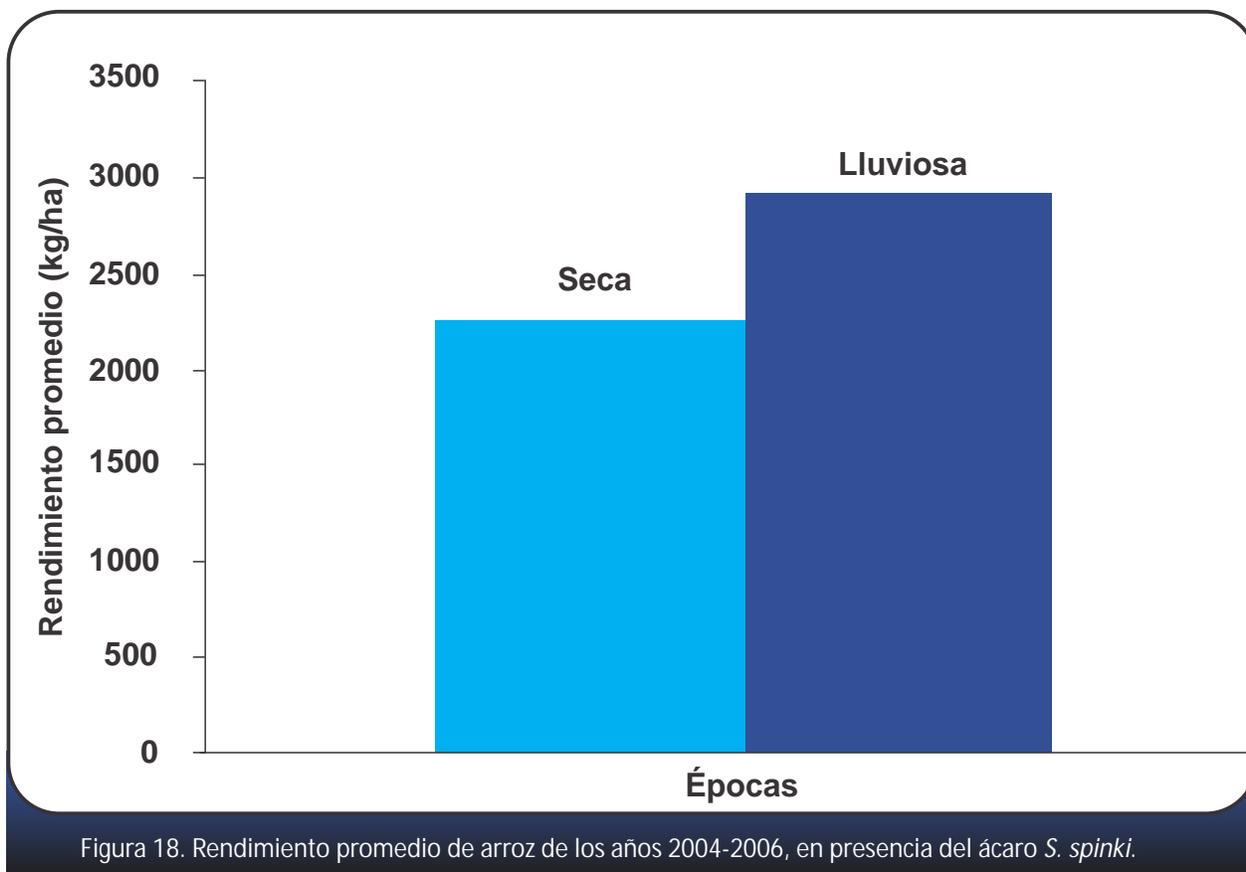
Figura 17. Población de *Steneotarsonemus spinki* en diferentes variedades, edades de la plantas y precipitaciones acumuladas (Quirós McIntire 2011).

MANEJO Y CONTROL DEL COMPLEJO ÁCARO-HONGO-BACTERIA

La implementación del manejo integrado del cultivo (MIC), como una estrategia, permite el empleo de los métodos de lucha de una manera compatible, para mantener las poblaciones de la plaga, por debajo de un nivel que no cause daños económicos. La eficaz utilización del MIC como estrategia de manejo y control del complejo ácaro-hongo-bacteria, poner en práctica una serie de tácticas que se detallan a continuación:

Época de siembra

Por la ocurrencia de la población de *S. spinki* en diferentes fechas de siembra en los años 2004-2006, se podría señalar que las fechas de siembra deben ajustarse a los periodos donde la humedad relativa es baja, condición que se presenta en la época seca. Sin embargo, el mejor rendimiento agrícola se obtiene en la época lluviosa, y es en esta época que se siembra el 80% de la superficie del cultivo de arroz en Panamá, bajo el sistema de secano favorecido, sistema de cultivo que depende de la precipitación (Figura 18). De acuerdo a estas consideraciones, no se puede señalar que las siembras deben establecerse en la época seca, por lo que se debe contar con el potencial genético de cultivares adaptados a los sistemas de siembra y condiciones ambientales.



Prácticas culturales

Las prácticas agronómicas que se pueden implementar para reducir la población de esta plaga, según Cabrera et al. (2005), Almaguel et al. (2000, 2005) y Sanabria et al. (2004), son las siguientes:

- Realizar periodos libres del cultivo de arroz en el campo, como veda.
- Eliminar por completo los restos de cosecha y malezas, ya que pueden ser foco de infección.
- Plantar los campos cercanos, en un periodo, sin exceder las tres semanas (para evitar el efecto de colindancia).
- Control de malezas en muros, canales y áreas colindantes.
- Efectuar siembras escalonadas, contrarias a la dirección de los vientos predominantes y a la circulación del agua del riego.
- Preparar el terreno oportunamente, ya sea en seco o por fangueo.
- Utilizar ganado bovino con la carga suficiente para que mantenga el área limpia, después de la cosecha.
- Rotar cultivos.
- Evitar la distribución o existencia de cáscara u otros subproductos del arroz, en lugares que puedan constituir un foco de infección.
- Evitar campos contiguos o adyacentes recién sembrados, con campos próximos a la cosecha.
- Limpiar y desinfectar los equipos y maquinarias utilizados en las áreas infestadas con el hongo y el ácaro.

Monitoreo

Los muestreos para identificar bacterias se deben efectuar durante todo el ciclo del cultivo. En el caso de los hongos, durante la fase reproductiva, se debe revisar las vainas de la hoja bandera; en ambos, se recomienda muestrear 50 tallos por parcela.

Con respecto al monitoreo del ácaro, se deben tomar tres tallos al azar en 10 puntos del campo (total 30 tallos), en la diagonal más larga de la parcela. La observación de las vainas puede efectuarse con el uso de una lupa entomológica con ampliación de 10X ó 20X, a nivel de campo. Si los tallos son llevados al laboratorio, pueden observarse bajo estereoscopio (Almaguel 2004) (Figura 19). Se recomienda observar las tres o cuatro primeras vainas de las hojas funcionales, partiendo de la base al ápice de la planta. Y el momento fenológico más recomendable para este monitoreo es en la diferenciación del primordio floral a la emergencia de las panículas (González 2006).

En el muestreo se cuentan las plantas infestadas y libres de infestación (presencia o ausencia de ácaros), se considera que hay presencia cuando aparece un ácaro adulto en cualquiera de las vainas observadas.

Por otro lado, para conocer la presencia de bacterias en el cultivo, se recomienda realizar pruebas de laboratorio a la espiga en formación antes de la etapa de embuchamiento.

Con la información científica disponible, por ahora, se hace difícil poder definir un nivel de daño económico, por lo tanto, se sugiere que cuando se detecte la presencia del ácaro en la fase fenológica crítica (máximo embuchamiento – inicio de emergencia de la panícula), se inicie el control.

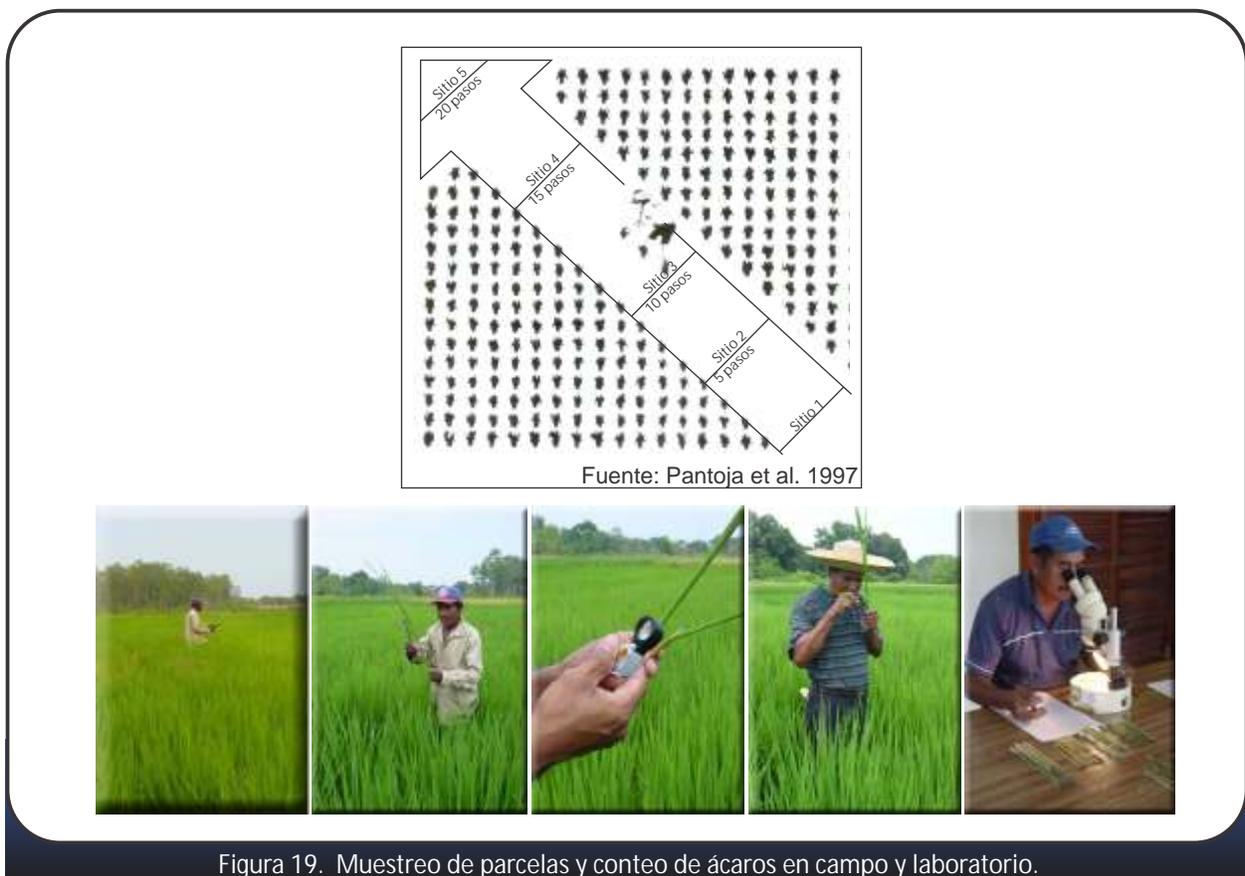


Figura 19. Muestreo de parcelas y conteo de ácaros en campo y laboratorio.

Control fitogenético

El uso de cultivares resistentes o tolerantes a las plagas es una estrategia útil que tiene gran importancia en el manejo integrado. En la actualidad, las variedades disponibles carecen de resistentes al complejo. Sin embargo, investigaciones efectuadas por el IDIAP por Díaz et al. (2004), Quirós McIntire et al. (2004, 2005b,c), Quirós McIntire y Rodríguez (2010), Camargo et al. (2005 a, b y 2006), a nivel nacional, muestran que a pesar de que todas las variedades comerciales presentan algún grado de susceptibilidad al complejo ácaro-hongo-bacteria, hay variedades que con la implementación de un buen programa de manejo integrado del cultivo, alcanzan niveles de producción muy cercanos a los obtenidos previamente a la ocurrencia del complejo ácaro-hongo-bacteria en Panamá.

El Cuadro 3 presenta algunas características relevantes de las variedades con mejor comportamiento agronómico frente a la presión del complejo ácaro-hongo-bacteria, que puede servir de orientación a los técnicos.

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES CON MEJOR COMPORTAMIENTO ANTE EL COMPLEJO.

VARIEDADES	CARACTERÍSTICAS
IDIAP 38	Variedad para riego, de ciclo intermedio de 120 a 126 días, tolerante a rhizoctonia, susceptible a pircularia, rendimiento de 115 a 140 qq/ha, adaptada a diferentes tipos de suelos, buena calidad molinera en riego.
IDIAP 145-05	Variedad de ciclo precoz de 108 a 113 días, buen potencial de rendimiento bajo condiciones de secano favorecido y riego, tolerante a pircularia, manchado de grano, buena calidad molinera y culinaria.
IDIAP 54-05	Variedad de ciclo precoz de 108 a 113 días, buen potencial de rendimiento bajo condiciones de secano favorecido y riego, tolerante a pircularia, manchado de grano, buena calidad molinera y culinaria.
IDIAP 52-05	Variedad de ciclo intermedio de 110 a 120 días, rendimiento de 120 qq/ha, tolerante a pircularia, manchado del grano, moderadamente tolerante al ácaro <i>S. spinki</i> , buena calidad molinera y culinaria, con adaptación a riego y secano muy favorecido.
IDIAP FL-106-11	Variedad de ciclo precoz de 110 a 120 días, buen potencial de rendimiento bajo condiciones de secano favorecido y riego, tolerante a pircularia, manchado de grano y buena calidad molinera.
IDIAP FL 137-11	Variedad de ciclo precoz de 110 a 120 días, buen potencial de rendimiento en condiciones de secano favorecido y riego, tolerante a la pircularia, al manchado de grano y buena calidad molinera.

Control biológico

Comprende el uso de enemigos naturales, ya sean depredadores, parásitos, bacterias, virus, nematodos y hongos, para el manejo de la plaga. Es importante conocer los organismos benéficos nativos y armonizar cualquier estrategia de control, de manera compatible con los enemigos naturales, para evitar perturbar el ambiente o minimizar el impacto.

Ácaros depredadores

De acuerdo a la experiencia cubana, por Ramos y de Moraes (2007), Rodríguez et al. (2009) y Ramos et al. (2008), algunas especies de ácaros depredadores pertenecientes a la familia Phytoseiidae, normalmente mantienen la población del ácaro *S. spinki* en el arroz por debajo de los niveles de daño económico.

En Panamá se ha identificado un ácaro de la familia Phytoseiidae, perteneciente al género *Proprioseiopsis* sp., por González et al. (2007), el cual lo ha reportado como un eficiente depredador de *S. spinki*.

En colectas realizadas en parcelas experimentales en Panamá, por Quirós McIntire y Rodríguez (2010) se identificaron otros ácaros depredadores de las familias Phytoseiidae y Laelapidae (Figura 20). La especie más observada fue *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot, perteneciente a la familia Phytoseiidae y la otra especie identificada fue *Neoseiulus paraibensis* Moraes y McMurtry.



Figura 20. Ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae y Laelapidae (Quirós McIntire y Rodríguez 2010).

Con mucha frecuencia se detectaron junto a *S. spinki* diferentes especies de ácaros depredadores pertenecientes, principalmente, a las familias Phytoseiidae y Ascidae (Ramos y de Moraes 2007, Rodríguez et al. 2009). Se llegaron a identificar hasta 12 especies de ácaros depredadores y dentro de ellas la más abundante ha sido *N. baraki* (Ramos et al. 2008).

Es importante señalar que los ácaros depredadores identificados cohabitan con *S. spinki* dentro de la vaina, también se encuentran en otras partes de la planta, siendo vulnerables a los plaguicidas y herbicidas. Como se indicó en la Figura 16, estos ácaros incrementan su población después en la fase reproductiva, ya sea que se alimentan de pequeñas cantidades de polen de las flores de arroz o que ocurra un incremento de la población de *S. spinki*, lo que indica que su abundancia está en función de la presa.

Por otro lado, dentro de los bioplaguicidas empleados para su control se encuentran: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*, los cuales ejercen algún grado de control, aplicados oportunamente.

Evaluaciones efectuadas por Andrew et al. (2005 a, b) con productos biológicos como *Beauveria bassiana* a razón de 1 kg/ha, *Phacelomyces lilacinus* 10% + *Metarhizium anisopliae* 5% + *Beauveria bassiana* 5% a razón de 300 g/ha, *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki a 500 g/ha y *Metarhizium anisopliae* a 1 kg/ha, indican que a los 36 días después de la aplicación, los productos demostraron control con una eficiencia entre 89 y 98%. Sin embargo, una vez se suspendió la aplicación de los productos, la población del ácaro se incrementó significativamente, de manera que la época y frecuencia de aplicación tienen un efecto importante en la eficacia biológica.

El control biológico, a través de bioplaguicidas, es una alternativa que el IDIAP continuará investigando para generar las recomendaciones pertinentes y evitar el uso masivo de plaguicidas químicos.

Control químico

El tratamiento foliar es el único método probado de aplicación de acaricidas, sin embargo, hay que minimizar el uso de plaguicidas para conservar la población de enemigos naturales. El uso racional de plaguicidas químicos es posible cuando implementamos un buen programa de monitoreo de ácaros, hongos y bacterias.

- Se recomienda aplicar los productos en la fase reproductiva, durante la etapa de desarrollo de la panícula o embuchamiento, siempre que el monitoreo indique la presencia del ácaro.
- El volumen de agua para lograr una mayor eficiencia en el control del ácaro debe ser al menos de 300 lt/ha, a una presión constante de 35 a 40 lb/plg², con boquillas de abanico 8004.
- El ácaro, en otras latitudes, ha mostrado tener la habilidad para desarrollar rápidamente resistencia a los plaguicidas, por lo que se sugiere alternar productos en aplicaciones consecutivas en parcelas diferentes, en el mismo ciclo.
- Es importante realizar los controles normales de protección a la panícula.
- Se deben recordar que el control químico es apenas una alternativa, de la cual debemos evitar su abuso (Andrew et al. 2004).

NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ

El balance nutricional de la planta es importante para la tolerancia al estrés, ya sea biótico o abiótico. Por lo tanto, es necesario efectuar los análisis de suelo a las parcelas antes de la siembra en cada ciclo, para determinar con precisión las deficiencias del suelo y suplir éstas con fertilizantes, lo que evitará desbalance en la aplicación de nutrientes. La aplicación de nitrógeno debe ser fraccionado a un nivel inferior de 100 kg/ha, aunque en algunas regiones se puede aplicar hasta 130 kg/ha. El exceso de este macronutriente puede empeorar los efectos del complejo ácaro-hongo-bacteria y otros problemas fitosanitarios como la piricularia, bacteriosis y otros. El macronutriente deficiente en nuestros suelos es el fósforo, en función de la cantidad disponible (baja, media y alta) de este nutriente, en nuestras parcelas debemos basar la recomendación de fertilización de acuerdo al Cuadro 4.

CUADRO 4. GUÍA PARA LA RECOMENDACIÓN DE FERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE ARROZ MECANIZADO (González et al. 1997).

Resultados del análisis de suelo	Abonamiento	Fertilización nitrogenada fraccionada		Cantidad total de macronutrientes
	A la siembra	30 dds kg de N/ha	60 dds kg de N/ha	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O kg/ha
Fósforo bajo 1-3 ppm	Opciones de fertilizantes			130-60-0
	3.0 qq SFT + 42 kg de N	42	42	126-60-0
	6.0 qq 12 24-12	52	52	136-65-37
	5.0 qq 15 30-8	42	42	118-68-18
	3.0 qq 18 46-0	52	52	128-63-0
Fósforo medio 3-6 ppm	Opciones de fertilizantes			130-40-0
	2.0 qq SFT+ 42 kg de N	42	42	126-41-0
	3.5 qq 12 24-12	56	56	131-38-19
	3.0 qq 15 30-8	52	52	124-41-11
	2.0 qq 18 46-0	56	56	128-42-0
Fósforo alto 6 ppm	42 kg de N	42	42	130-0-0 126-0-0

dds=Días después de siembra. SFT=Super fosfato triple

Estudios recientes revelan que la mayoría de nuestros suelos son deficientes en algunos micronutrientes, los cuales deben ser suministrados de manera complementaria a los elementos mayores para obtener un buen balance nutricional del cultivo.

DENSIDAD DE SIEMBRA

La experiencia sugiere que elevadas densidades de siembra son contraproducentes, pues crea las condiciones favorables para que microorganismos (hongos y bacterias), además del ácaro, invadan las parcelas. Las densidades de siembra recomendadas van de 68 kg (150 lb/ha) en riego a 136 kg/ha (300 lb/ha) en secano, con 85% de germinación de la semilla, que permiten obtener entre 150 y 300 plantas/m², respectivamente. Con estas densidades aseguramos una buena cobertura, para obtener un rendimiento satisfactorio, si las malezas se mantienen bajo control, y se fertiliza con las cantidades necesarias y de manera oportuna. La cantidad de semilla a utilizar dependerá de varios factores como la variedad, el método de siembra, el sistema de cultivo de secano o riego, la calidad de la semilla y la fertilidad del suelo.

Se recomienda utilizar semilla certificada, ya que ésta garantiza la germinación y vigor, disminuyendo la incidencia de enfermedades, malezas, arroz rojo y mezclas varietales.

RECOMENDACIONES

- Utilizar semilla certificada de las variedades recomendadas, previamente tratadas, antes de la siembra.
- Realizar el tratamiento de la semilla con fungicidas e insecticidas que permitan la protección de las plántulas del efecto del *Sarocladium oryzae* y de las bacteriosis, que son transmitidas por semilla, y de los insectos que atacan el cultivo los primeros 30 días después de la siembra.
- Efectuar en todas las parcelas de producción de semilla tratamientos protectores con fungicidas y bactericidas, según el caso, cuando el área presente un 50% de las plantas en embuchamiento, para evitar que la semilla sea transmisora de hongos y bacterias.
- Prohibir el uso y traslado de granos comerciales con fines de semillas (tambuchos), provenientes de áreas afectadas hacia lugares libres de afectaciones. Además, el dispersar el arroz rojo puede transmitir sistémicamente hongos y bacterias.
- Dejar un periodo libre en la siembra de arroz, entre un ciclo agrícola y el siguiente, para interrumpir el ciclo del ácaro, especialmente, en el arroz de riego. Sin embargo, para aplicar medidas de este tipo, es necesario conocer la dinámica poblacional del ácaro a través del tiempo.
- Iniciar la observación, monitoreo y el control del ácaro lo más próximo al periodo de embuchamiento, ya que es el momento crítico para bajar la población del fitófago.
- Implementar medidas de manejo contra el hongo *Sarocladium oryzae* y las bacterias fitopatogénicas, que forman parte del complejo ácaro-hongo-bacteria. Entre las medidas podemos mencionar: Evitar densidades altas, desechar herbicidas que causen daño físico a la planta, destruir residuos de cosecha infectados con el hongo, utilizar semilla de buena calidad y estar pendiente del control de insectos que atacan el arroz.
- Aplicar medidas de control cuando tenemos la presencia del ácaro o se confirma la presencia de la bacteria en el momento crítico.
- Evitar aplicaciones tardías con productos sistémicos de alta toxicidad, ya que pueden quedar residuos tóxicos en el grano y ocasionar daños a la salud pública.

BIBLIOGRAFÍA

Almaguel, L. 2000. Combate integral contra ácaros fitófagos. Boletín Fitosanitario 6(2): 90-93. INISAV. Selección de conferencias sobre manejo integrado de plagas.

_____; Santos, A; de la Torre, P; Botta, E; Hernández, J; Cáceres, I; Ginarte, A. 2003. Dinámica de la población e indicadores ecológicos del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley 1968 (Acari: Tarsonemidae) en arroz de riego en Cuba. Fitosanidad 7(1): 23-30.

_____. 2004. Metodología de señalización, registro control de *Steneotarsonemus spinki*, en arroz. Cuba, INISAV. 12 p.

_____; Botta, E. 2005. Manejo integrado de *Steneotarsonemus spinki* Smiley. Resultados de Cuba y transferencia para la región de Latinoamérica y el Caribe. Cuba, INISAV. 44 p.

-
- Andrew, K; Vega, F; Rojas, M; Martínez, L; Montero, G. 2004. Eficacia biológica de plaguicidas para el control del ácaro de la vaina del arroz (*Steneotarsonemus spinki*, Acari: Tarsonemidae) en Panamá. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 7 p.
- _____; Vega, F; Montero, G. 2005a. Evaluación de la eficacia biológica de productos químicos para el control del ácaro de las vainas del arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae). Informe técnico. Río Hato, PA. IDIAP. 17 p.
- _____; Vega, F; Montero, G. 2005b. Efectividad de productos de origen biológico para el control del ácaro de las vainas del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Smiley, 1961). Informe técnico. Río Hato, PA. IDIAP. 7 p.
- Cabrera, RI; García, A; Almaguel, L; Ginarte, A. 1998. Microorganismos patógenos del ácaro tarsonémido del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae). In I Encuentro Internacional de Arroz. Palacio de las Convenciones. La Habana, CU. Resúmenes. 185 p.
- Cabrera, RI; García, A; Otero-Colina, G; Almaguel, L; Ginarte, A. 2005. *Hirsutella nodulosa* y otros hongos asociados al ácaro tarsonémido del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en Cuba. *Folia Entomol. Mex.* 44(2): 115-121.
- Camargo, I; Batista, E; Rivera, E; Him, P; Quirós, E; Name, B; Samaniego, R; Muñoz, L; Quirós McIntire, E; Sánchez, B; Montero, G. 2005a. Evaluación del rendimiento, la adaptabilidad y otras características agronómicas e industriales de cultivares de arroz de ciclo intermedio bajo condiciones de secano y riego. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 16 p.
- _____; Batista, E; Rivera, E; Him, P; Quirós, E; Name, B; Samaniego, R; Muñoz, L; Quirós McIntire, E; Sánchez, B; Montero, G. 2005b. Evaluación del rendimiento, la adaptabilidad y otras características agronómicas e industriales de cultivares de arroz de ciclo precoz bajo condiciones de secano y riego. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 16 p.
- _____. 2005. Estimación aproximada de diferentes etapas críticas del crecimiento de la planta de arroz, en los principales cultivares comerciales y experimentales. Informe Técnico. Panamá, IDIAP.
- _____; Batista, E; Quirós, E; Name, B; Samaniego, R. 2006. Adaptación amplia y específica de cultivares de arroz en condiciones de secano favorecido utilizando el análisis AMMI y Biplot GGESREG. Panamá, IDIAP. In LII Reunión anual del PCCMCA. Memoria. Nicaragua. p. 7.
- Correa, F; Pérez, CR; Saavedra, E. 2007. Añublo bacterial de la panícula de arroz en CORDOBA *Burkholderia glumae* (Kurita & Tabei). ARROZ. vol. 57. no. 468.
- Díaz, A; Quirós McIntire, E; Camargo, I; Martínez, L; Montero, G; Vega, F. 2004. Evaluación de variedades comerciales y líneas promisorias de arroz de ciclo precoz e intermedio en presencia de *Steneotarsonemus spinki* en el Coco, Penonomé. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 10 p.
- González, F. 2004. Reporte del ácaro de la vaina del arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) en Panamá. Informe técnico. Panamá, IDIAP.
- _____. 2006. Identificación de la época crítica del ataque del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Smiley 1961), a la panícula del arroz. Panamá, IDIAP.
-

-
- _____ ; De León, B. 2007. Control de bacterias (*Pseudomonas fuscovaginae* y *Burkholderia glumae*) que atacan el cultivo de arroz (*Oryza sativa*), utilizando termoterapia de calor seco, aplicado a la semilla. In LIII Reunión Anual PCCMCA. Memoria. Antigua, GT. p. 7.
- _____ ; De León, B; Sánchez, M. 2007. Inventario de depredadores del ácaro *Steneotarsonemus spinki*, en las vainas del arroz. Informe Técnico. Panamá, IDIAP.
- _____. 2008. Bacteriosis en arroz. IDIAP. Plegable.
- _____ ; De León, B; Sánchez, M. 2008. Primer reporte de la bacteria *Burkholderia glumae* en cultivos de arroz en Panamá. In III Congreso Científico de Investigación e innovación. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Memoria. Río Hato, PA. p. 56.
- González, G; Batista, E; Jiménez, V; Zeballos, F. 1997. Manejo integral del cultivo de arroz de secano mecanizado. Manual técnico. Panamá, IDIAP. 14 p.
- Ghosh, SK; Rao, J; Prakash, A. 1999. Incidence of tarsonemid mites in rice ecosystem and their impact on seed quality. *Acarology*. 15(1-2): 93-98.
- Leyva, Y; Zamora, N; Álvarez, E; Jiménez, M. 2003. Resultados preliminares de la dinámica poblacional del ácaro *Steneotarsonemus spinki*. *Revista Electrónica Granma Ciencia*. 17(1): 1-6.
- Miranda, I; Ramos, M; Fernández, M. 2003. Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*. 69: 34-37.
- Pantoja, A; Fischer, A; Correa, F; Sanint, L; Ramírez, A. 1997. MIP en arroz: Manejo integrado de plagas: Artrópodos, enfermedades y malezas. Cali, CO. CIAT. 141 p.
- Sanabria, C; Aguilar, H. 2004. Boletín técnico fitosanitario: el ácaro del vaneado del arroz *Steneotarsonemus spinki*. Servicio Fitosanitario. Costa Rica, MAG. 17 p.
- Santos, A. 1999. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae): biología, comportamiento poblacional, daños y control en el cultivo del arroz. *Fitosanidad*. 3(1): 85-91.
- Quirós McIntire, E; Camargo, I; Vega, F; Fernández, F; Montero, G. 2004. Evaluación de variedades comerciales al vaneado y manchado de la panícula ocasionado por el ácaro del arroz (*Steneotarsonemus spinki*, Acari: Tarsonemidae (Smiley, 1961), bajo el sistema de siembra directa en Río Hato. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 9 p.
- Quirós McIntire, E; Gordón, R; Camargo, I; Fernández, F. 2005a. Dinámica poblacional del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) Smiley 1967, en diferentes épocas de siembra y etapas fenológicas en dos variedades de arroz. Panamá (2004-2005). En LII Reunión Anual del PCCMCA. Nicaragua.
- _____ ; Camargo, I; Caballero, E; Vega, F. 2005b. Evaluación de variedades comerciales y líneas avanzadas de ciclo precoz al vaneado del arroz ocasionada por el complejo *Steneotarsonemus spinki* + *Sarocladium oryzae*, bajo el sistema de riego y siembra directa. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 10 p.

-
- _____; Camargo, I; Caballero, E; Vega, F. 2005c. Evaluación de variedades comerciales y líneas avanzadas de ciclo intermedio al vaneado del arroz ocasionada por el complejo *Steneotarsonemus spinki* + *Sarocladium oryzae*, bajo el sistema de riego y siembra directa. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 11 p.
- _____; Rodríguez, H. 2010. Ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en Panamá. Rev. Protección Veg. 25(2): 103-107.
- _____. 2011. Contribución al manejo de *Steneotarsonemus spinki* (Smiley) (Acari: Tarsonemidae) mediante la evaluación de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.), en la República de Panamá. Tesis Dr. Ciencias Agrícolas. Mayabeque, CU. CENSA. 156 p.
- _____; Camargo-Buitrago, I. 2011. Respuesta de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) a las poblaciones de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae). Rev. Protección Veg. 26(1): 30-39.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 1998. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae): nuevo informe para Cuba. Revista Protección Vegetal 13(1): 25-28.
- _____; Rodríguez, J. 2000. Ciclo de desarrollo de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en laboratorio. Revista Protección Vegetal 15(2): 130-131.
- _____; Rodríguez, H. 2001. Aspectos biológicos y ecológicos *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 60: 48-52.
- _____; Moraes, GJ de. 2007. Predatory mites associated with *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) on rice in Cuba. Acarology XI: Proceedings of the International Congress. In Morales-Malacara, JB; Behan-Pelletier, V; Ueckermann, E; Pérez, TM; Estrada-Venegas, EG; Badii, MH. eds. Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Sociedad Latinoamericana de Acarología. México. p. 459-462.
- _____; Rodríguez, H; Chico, R. 2008. Comportamiento poblacional de ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en arroz. In IV Encuentro Internacional del Arroz. Resúmenes. La Habana, CU. p. 11.
- Rodríguez, H; Miranda, I; Jean, LL; Hernández, J. 2009. Comportamiento poblacional de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) Temas de Ciencia y Tecnología 13(39): 55-66.
- Santos, A. 1999. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae): biología, comportamiento poblacional, daños y control en el cultivo del arroz. Fitosanidad 3(1): 85-91.
- Von Chong, K; Broce, D; Rodríguez, D; Vargas, J. 2002. Identificación del agente etiológico de la bacteriosis del follaje del arroz en Panamá. 1999. Ciencia Agropecuaria (12): 25-39.
- _____; Rojas, M; González, A. 2006. Estimación de pérdidas en producción causados por *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) Smiley 1967, en arroz en los sistemas de riego y seco. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 20 p.

AGRADECIMIENTO

El documento *"Innovación Tecnológica para el Manejo Integrado del Cultivo de Arroz en Panamá"*, representa el trabajo colaborativo y profesional realizado por investigadores y técnicos del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), a quienes agradecemos su dedicación y esfuerzo para generar la información científica que permitió la realización de esta importante contribución a la agricultura panameña.

Agradecemos al grupo de Mejoramiento Genético: Eric Batista, Pedro Him, Eric Quirós, Benjamín Name, Nerys García, Ismael Camargo, Manuel Rojas, Evelyn Quirós, Rubén Samaniego, Gabriel von Lindeman, Gabriel Montero, Franklin Zeballos, Alexis Quintero, Vicente Jiménez, Edwin Díaz, Enrique Márquez, Armando González, Fernando Fernández, Jorge Ceballos, Florentino Vega, Walker González, Luis Alberto Barahona, Ovidio Castillo, David Ramos, Abiel Gutiérrez, Isaac Mejía y Carlos Moreno. De Entomología, Bruno Zachrisson; Onesio Martínez de Fitopatología, Felipe González, Brenda De León, Marcos Sánchez y de Malherbología Marco Navarro.

A los siguientes colegas por sus comentarios y sugerencias durante la revisión técnica de esta edición del documento, que ayudaron a enriquecer cualitativamente su contenido: Carmen Bieberach, Luisa Martínez, Marcos Navarro y Marco Medina.

La mayoría de las fotografías que aparecen en este documento son originales y facilitadas por los siguientes investigadores del IDIAP: Evelyn Quirós McIntire, Felipe González, Kilmer Vong Chong (q.d.e.p.), Katuska Andrew, Jorge Ceballos, Ismael Camargo B. y Marco Navarro.

A los siguientes donantes que hicieron posible la investigación: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), Secretaría Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SENACYT), Fondo Fiduciario para el Desarrollo (FFDD), quienes conjuntamente con el IDIAP, financiaron la investigación y la publicación del presente documento.

Finalmente, hacemos extensivo el agradecimiento a todos los Directores de Investigación y a los Directores Generales del IDIAP, por el apoyo brindado al proyecto de arroz durante las gestiones administrativas.

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA
EL MANEJO INTEGRADO DEL
CULTIVO DE ARROZ EN PANAMÁ

Es una publicación del



Compilación:

Ismael Camargo Buitrago, Ph.D. en Fitomejoramiento
Evelyn Itzel Quirós MacIntire, Ph.D. en Ciencias Agrícolas
Bruno Zachrisson Salamina, Ph.D. en Entomología

Edición

Neysa Garrido, M.Sc.
Belquis De Gracia, Lic.

Diagramación

Gregoria Hurtado

Fotografías

Archivos del IDIAP

Versión digital

Adobe Acrobat Reader # 9

www.idiap.gob.pa

©IDIAP.2014. Todos los derechos reservados

