



Guía Técnica

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



Panamá, 2012

GUÍA TÉCNICA; MANEJO INTEGRADO DEL COMPLEJO ÁCARO
(*Steneotarsonemus spinki* Smiley) –
HONGO (*Sarocladium oryzae* Sawada/Gams y Hawks) –
BACTERIA (*Burkholderia glumae*), EN EL CULTIVO DE ARROZ /
Ismael Camargo Buitrago; Felipe González Ochoa; Evelyn Quirós McIntire;
Bruno Zachrisson Salamina; Kilmer Von Chong (q.d.e.p.) – 3a . ed. – Panamá. /
Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP),
Departamento de Ediciones y Publicaciones, 2012.
pag. 32

ISBN: 978-9962-677-33-8

Ácaro – Hongo – Bacteria
Síntomas – Daños - Manejo – Control



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ



Guía Técnica

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

Ismael Camargo Buitrago
Felipe González Ochoa
Evelyn Quirós McIntire
Bruno Zachrisson Salamina
Kilmer Von Chong(q.d.e.p.)

Panamá, 2012



Presentación

Conscientes de que el arroz es el alimento básico de los panameños y que el complejo ácaro-hongo bacteria (CAHB), continúa siendo una amenaza para la producción arrocera, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), continúa desarrollando una intensiva agenda investigativa con el objetivo de generar nuevos conocimientos y experiencias que permitan minimizar las pérdidas potenciales que ocasiona este complejo, las cuales pudimos constatar en el año 2004, cuando hubo una reducción a nivel nacional de 40% en la productividad.

No obstante, la recuperación de la productividad en un 14% en el 2010, sobre la alcanzada en el 2003, antes de sentirse los efectos del CAHB, representa un ejemplo exitoso del trabajo de todos los actores (sectores públicos y privados) involucrados en la cadena agroalimentaria del arroz. A pesar de estos logros alcanzados, debemos mantenernos en estado de alerta permanente para evitar sorpresas desagradables.

En particular es notable el esfuerzo de los investigadores del IDIAP, para generar los nuevos conocimientos sobre el CAHB, y difundirlos casi en tiempo real, a los principales usuarios como: a los profesionales de las ciencias agropecuarias y los productores de arroz. Una prueba palpable de esta afirmación la constituye esta sexta edición de la guía, con información relevante sobre los ácaros depredadores del *Steneotarsonemus spinki* y el aporte de nuevas estrategias para el manejo del complejo bacterial.

Por estas razones, se presenta a la cadena agroalimentaria del arroz compuesta por consumidores, productores, comerciantes, industriales, estudiantes y profesionales, la sexta edición de la Guía Técnica: Manejo integrado del complejo ácaro (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) – hongo (*Sarocladium oryzae* Sawada) - bacteria (*Burkholderia glumae*) en el cultivo de arroz.

AGRADECIMIENTOS

El presente documento representa el trabajo colaborativo y profesional realizado por investigadores y técnicos del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, a quienes agradecemos por su dedicación y esfuerzo para generar la información científica que permitió la realización de esta importante contribución a la agricultura panameña. Son ellos: Eric Batista, Pedro Him, Eric Quirós, Benjamín Name, Nerys García, Manuel Rojas, Rubén Samaniego, Gabriel von Lindeman, Gabriel Montero, Alexis Quintero, Edwin Díaz, Enrique Márquez, Armando González, Fernando Fernández, Jorge Ceballos, Florentino Vega, Walker González, Alberto Barahona, Ovidio Castillo, David Ramos, Isaac Mejía.

A los siguientes colegas por sus comentarios y sugerencias durante la revisión técnica de la sexta edición de esta guía, que ayudaron a enriquecer cualitativamente su contenido:

M.Sc. Carmen Bieberach, Ing. Luisa Martínez, M.Sc. Marcos Navarro - IDIAP

Las fotografías que aparecen en esta guía son originales facilitadas por los siguientes investigadores del IDIAP: Ph.D. Evelyn Quirós, M.Sc. Felipe González, Dr. Kilmer Vong Chong, M.Sc. Katuska Andrew, Lic. Jorge Ceballos.

Al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) Proyecto FTG-311-05, quienes conjuntamente con el IDIAP, financiaron la investigación y la publicación del presente documento.

Esta Guía está dedicada a la memoria de Kilmer Von Chong, Ph.D. Fitopatólogo, que laboró por años en el IDIAP; que descanse en paz.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES DEL ÁCARO	1
1.1 Ciclo de vida	2
1.2 Hábitat de la plaga	3
1.3 Condiciones que favorecen la presencia del complejo ácaro-hongo-bacteria	3
1.4 Dinámica poblacional	3
1.5 Diseminación	5
2. SÍNTOMAS Y DAÑOS QUE OCASIONA EL ÁCARO <i>S. spinki</i>	5
2.1 Daños directos	5
2.2 Daños indirectos	6
Complejo de bacterias	6
<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>Oryzae</i>	7
<i>Pseudomonas fuscovaginae</i>	7
<i>Burkholderia glumae</i>	8
3. CONTROL DE BACTERIAS MEDIANTE EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	8
3.1 Estimaciones de pérdidas por el ácaro.....	8
4. MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE ARROZ	9
4.1 Fenología del arroz y su importancia en el manejo integrado.....	9
4.2 Etapas de crecimiento en los principales cultivares de arroz.....	11
4.3 Preferencia del ácaro de acuerdo a la fase fenológica del cultivo	12
5. MANEJO Y CONTROL DEL COMPLEJO ÁCARO-HONGO-BACTERIA.....	14
5.1 Época de siembra.....	14
5.2 Prácticas culturales.....	15
5.3 Monitoreo.....	16
5.4 Control fitogenético	17
5.6 Control biológico.....	18
5.7 Control químico.....	19
6. NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ	19
7. DENSIDAD DE SIEMBRA	20
8. RECOMENDACIONES GENERALES.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	21

Guía Técnica

Manejo Integrado del Complejo Acaro (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) – Hongo (*Sarocladium oryzae*) – Bacteria (*Burkholderia glumae*), en el Cultivo del Arroz.

Ismael Camargo B.¹; Felipe González O.²; Evelyn Quirós Mc.³; Bruno Zachrisson.⁴; Kilmer Von Chong⁵ (q.d.e.p.)

INTRODUCCIÓN

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 del 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.

1. 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 a 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 de los rendimientos 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.

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.

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

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

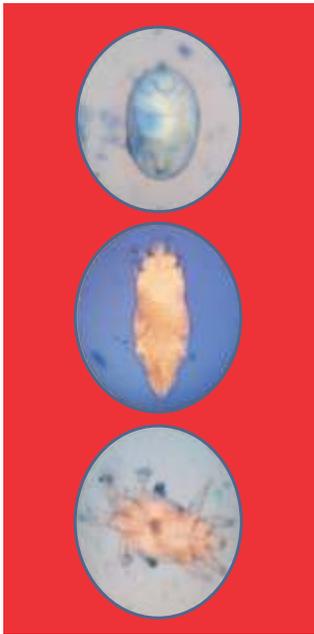
³M.Sc. Agricultura Ecológica. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG).

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

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

1.1 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), muestra 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 porque posee tres pares de patas e incrementa su tamaño hasta llegar a un período 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 se 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 pinki* es de 272 x 109 µm (figura 2).



a. Hembra adulta - patas reducidas

b. Hembra adulta - 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

1.2 Hábitat de la plaga

En estudios realizados bajo las condiciones agro climáticas 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).

1.3 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) y 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 períodos secos seguidos de lluviosos, durante las fases de crecimiento del cultivo. Es decir, cuando ocurren períodos de varios días sin lluvias, la población del fitófago (ácaro) disminuye y cuando retornan las lluvias, 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.

1.4 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 las poblaciones de este ácaro están fuertemente influenciados por la temperatura (Miranda et al. 2003; Almaguel et al. 2003 y 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 más 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 3).

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 un crecimiento 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*, alcanzado picos más altos en las cuatro primeras siembras con respecto a las cuatro últimas para las dos variedades. La población promedio de *S. spinki* dentro de una misma variedad pueden variar de una siembra a otra, lo cual está muy influenciado por la condición climática que ocurran 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 los 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 aumenta hacia la maduración, todo en función del movimiento de la presa, que en este caso puede ser el ácaro *S. spinki*.

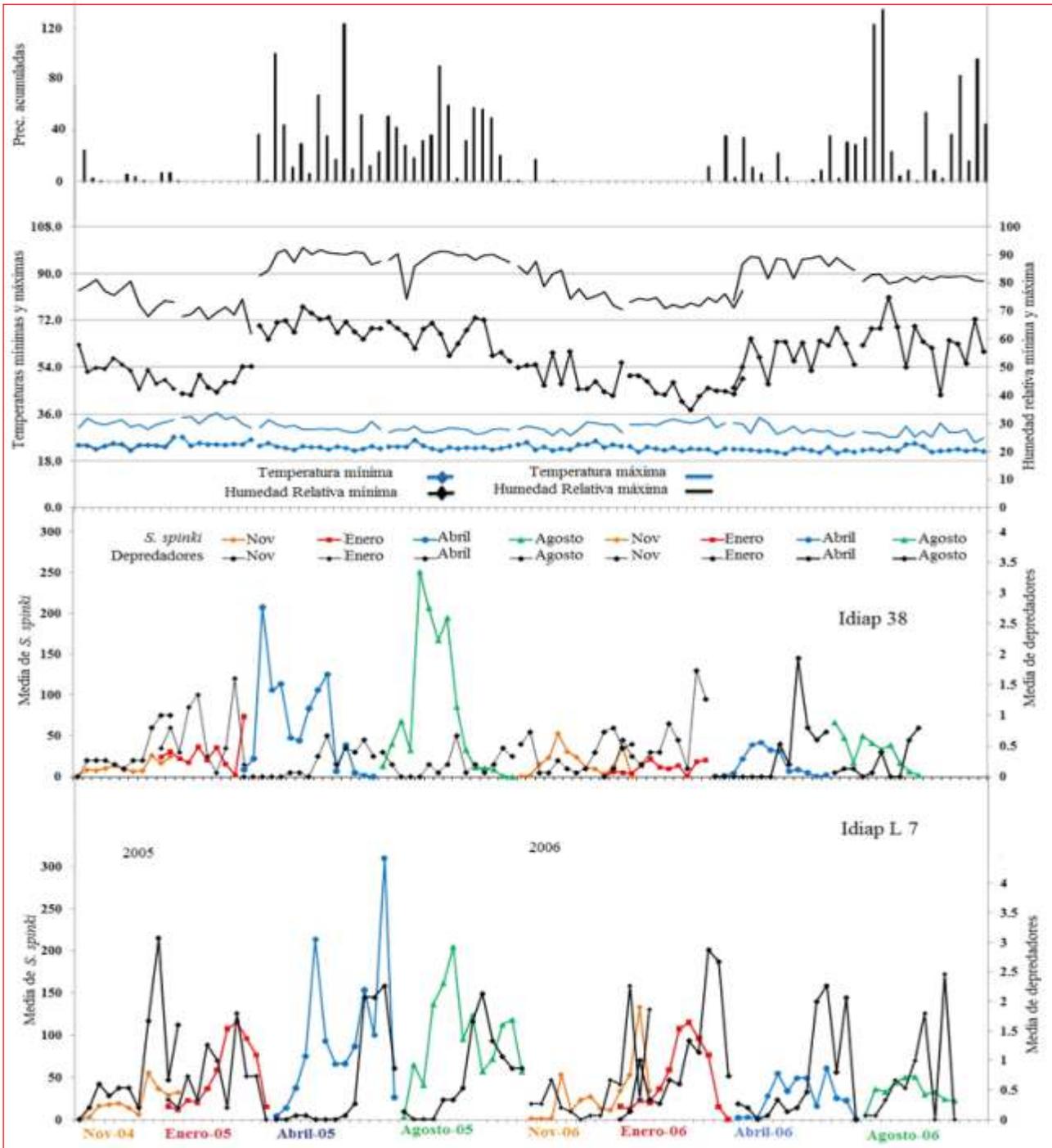


Figura 4. Dinámica poblacional de *Steneotarsonemus spinki* y sus depredadores, ocurrencia de factores climáticos en diferentes fechas de siembra entre el 2004 y 2006 (Quirós-McIntire 2011).

1.4. 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 períodos de inundación de hasta 92 horas (Santos 1999; Cabrera et al. 2003).

2. SÍNTOMAS Y DAÑOS QUE OCASIONA EL ÁCARO *S. pinki*

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 del cultivo 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.

2.1 Daños directos

El ácaro *spinki* al alimentarse, extrae del tejido vegetal, la sabia o 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 inyecta toxinas en el interior del tejido provocando deformaciones en el grano (en forma de pico de loro) (figura 6), impidiendo su llenado y ocasionando una elevada tasa de grano vano en la panícula y la disminución del rendimiento (figura 7).



Figura 5. Tejido deshidratado y necrótico



Figura 6. Grano en forma de pico de loro



Figura 7. Panículas con granos vanos.

2.2 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 o 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*, tanto en la vaina de la hoja bandera como 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 del 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 fertilización temprana con fórmulas completas, elementos menores y bajos en nitrógeno, ayudan a reducir la incidencia. La fertilización orgánica a dosis que suministran los requerimientos de fósforo (P), potasio (K) y micro nutrientes suprime la presencia de bacteriosis. La incidencia del ácaro de la vaina del arroz favorece el desarrollo de los síntomas de bacteriosis, tanto en el follaje, como en el grano y en casos severos, se requiere aplicar bactericidas.

En nuestro país han sido reportadas 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 que oscilan entre 5 y 50% del rendimiento promedio estimado, siendo afectado significativamente el cultivo de arroz, por lo que son descritas a continuación.

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).

Los primeros síntomas aparecen en las vainas de las hojas, a partir de la fase de desarrollo de la panícula o embuchamiento. Cuando la panícula emerge se presenta decoloración, manchado y vaneado del grano (figura 11).



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



Figura 10. Síntomas por *Pseudomonas fuscovaginae* y *Burkholderia gluma*, tanto en el tallo como en 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).

3. 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.
- 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.
- 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).
- Tratar la semilla de arroz con una solución de ácido acético al 0.1% durante 24 horas, como tratamiento de pre-germinación, antes de la siembra.
- Quemar los residuos de cosecha.

3.1 Estimación de pérdidas por el ácaro

Estudios realizados por Quirós-McIntire et al. (2005b y c) permiten afirmar que el nivel de incidencia del ácaro es menor en parcelas con riego, que en condiciones de secano, donde el estrés hídrico principalmente, predispone a las plantas a los efectos del ácaro. En este sentido, en las parcelas de riego las mermas en rendimiento causadas por *Steneotarsonemus spinki* fluctuaron entre 17.0 y 23.5%; mientras que en parcelas de secano las mermas fueron mayores, fluctuando entre 34.7 y 74.2% (Von Chong et al. 2006). Se observó que las pérdidas en rendimiento disminuyeron cuando se realizó un control químico en el estado de embuchamiento y emisión de la panícula. Por otro lado, es importante destacar que las mermas en rendimiento causadas por *Steneotarsonemus spinki* fueron inferiores a las que causa la combinación de *Sarocladium oryzae* y *Steneotarsonemus spinki*.

4. 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 trampa, tipo de labranza o preparación del suelo.

Factores económicos: acceso a financiamiento, mercados, precios.

4.1 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 las vainas de las hojas 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 más oportuna para su control.

La figura 12 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 posteriormente.



Figura 12. Estados críticos del crecimiento del arroz relacionados con el manejo integral del cultivo

La fase vegetativa, que va desde la germinación hasta el máximo macollamiento (figura 12a), entre 45 y 55 días después de siembra (dds), 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 12b, 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 se logra un mayor alcance de penetración del control químico, especialmente durante el máximo embuchamiento (figura 12c), 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.

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

Dada la importancia de la fenología de la planta para el manejo integrado del cultivo, se presenta la Figura 13, 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).

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 deben iniciar el monitoreo en la etapa de primordio floral. En la Figura 13, se indica que el período crítico o momento más oportunos para efectuar los controles químicos contra el ácaro es la etapa de desarrollo de la panícula (embuchamiento). Además, muestra la etapa donde se presentan las condiciones más favorables para que se incremente la población del ácaro (González 2006).

Es importante reiterar que los monitoreos deben tener una visión integral, no deben 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.

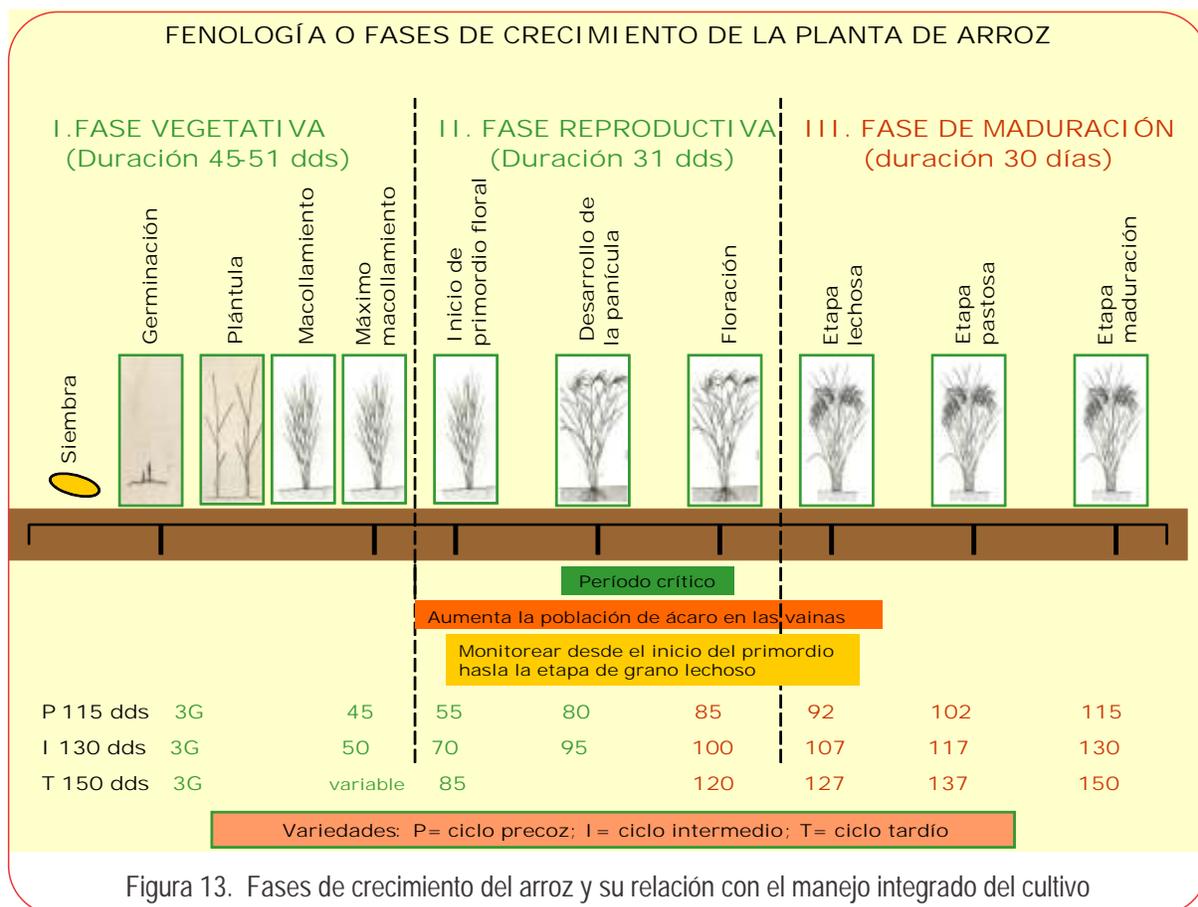


Figura 13. Fases de crecimiento del arroz y su relación con el manejo integrado del cultivo

4.2 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 utilizara 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 alcance 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).

En cuanto a la etapa de inicio del primordio floral, en la variedad IDIAP 25-03, si las condiciones son óptimas, se deben 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.

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 25-03	77	33	40	47	38	47	53	69	77	84	99	107	114
Idiap 145-05	63	34	41	48	40	48	54	71	78	85	101	108	115
Idiap 54-05	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
Fedearroz 2000	33	36	43	50	43	50	57	74	81	88	104	111	118
Colombia XXI	45	34	41	48	41	48	55	72	79	86	102	109	116
Idiap L-7	66	31	38	45	39	45	51	70	76	82	100	106	112
Idiap 38	83	34	44	54	47	54	61	78	85	92	108	115	122
Idiap 30-03	66	37	47	57	49	57	64	80	88	95	110	118	125
P-3621	66	41	51	61	53	61	70	84	92	101	114	122	131
P-1048	65	36	46	56	49	56	64	80	87	95	110	117	125
Oryzica 1	110	32	42	52	40	49	58	71	80	89	101	110	119
Fedearroz 50	51	32	42	52	46	52	59	77	83	90	107	113	120
Idiap 5205*	51	31	41	51	42	51	61	73	82	92	103	112	122

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

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 de manejo pertinentes.

CUADRO 2. DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA, SEGÚN ETAPA FENOLOGICA 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 25-03	111	37	45	53	45	53	60	76	83	91	106	113	121
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
Fedearroz 2000	45	39	47	55	48	55	61	79	85	92	109	115	122
Colombia XXI	63	39	47	55	45	55	63	76	85	94	106	115	124
Idiap L-7	83	36	44	52	45	52	58	76	82	89	106	112	119
Idiap 38	87	40	52	64	55	64	70	86	94	101	116	124	131
Idiap 30-03	113	42	54	66	57	66	73	88	96	104	118	126	134
P-3621	112	47	59	71	61	71	79	92	101	110	122	131	140
P-1048	114	43	55	67	58	67	74	89	97	105	119	127	135
Oryzica 1	168	41	49	57	47	57	65	78	87	96	108	117	126
Fedearroz 50	66	39	51	63	53	63	72	84	93	103	114	123	133
Idiap 52-05	62	40	48	56	46	56	63	77	86	94	107	116	124
Idiap T4-70	72	38	50	62	51	62	71	82	92	102	112	122	132
Idiap 863	44	39	51	63	53	63	71	84	93	102	114	123	132

LI= Limite inferior; Pro= promedio; LS= Limite superior

4.3 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 14).

Fase vegetativa

La población adulta del ácaro se establece en plantas de 15 a 20 dds y se pueden 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.

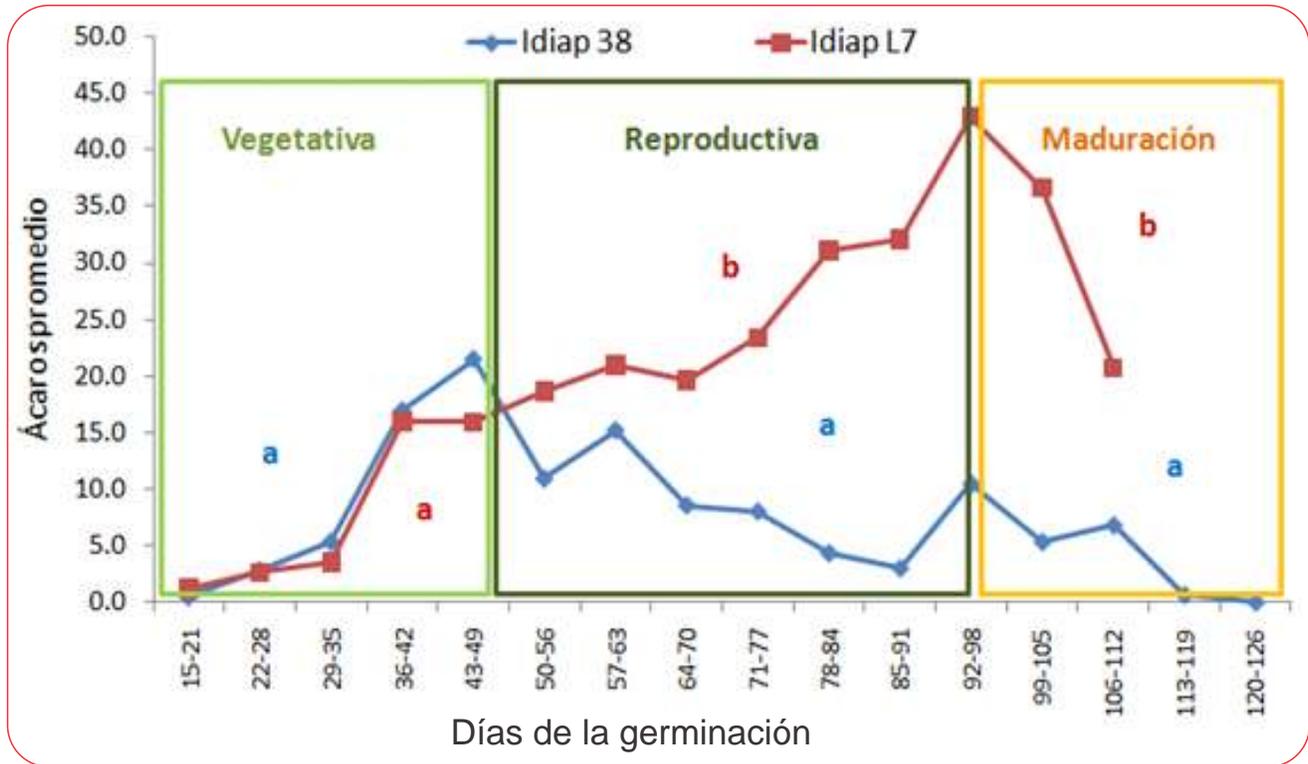


Figura 14. Población de *Steneotarsonemus spinki* en las etapas fenológicas de los cultivares Idiap L7 e Idiap 38 (Quirós-McIntire 2011).

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 pico 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 (figura 15).

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.

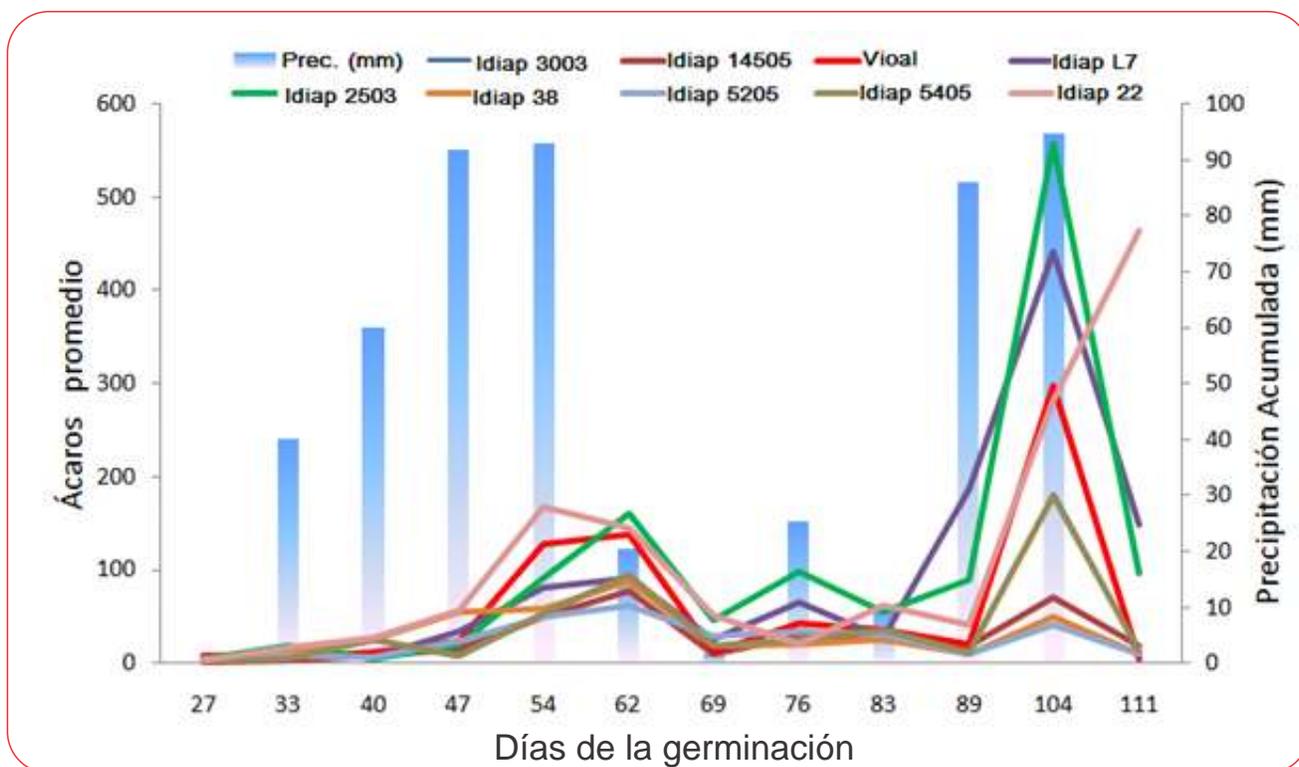


Figura 15. Población de *Steneotarsonemus spinki* en diferentes variedades, edades de la plantas y precipitaciones acumuladas (Quirós-McIntire 2011).

La figura 15 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.

5. 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:

5.1 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, los mejores rendimientos agrícolas se obtienen en la época lluviosa, y es en esta época donde se cultiva 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 16). 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 adaptado a los sistemas de siembra y condiciones ambientales.

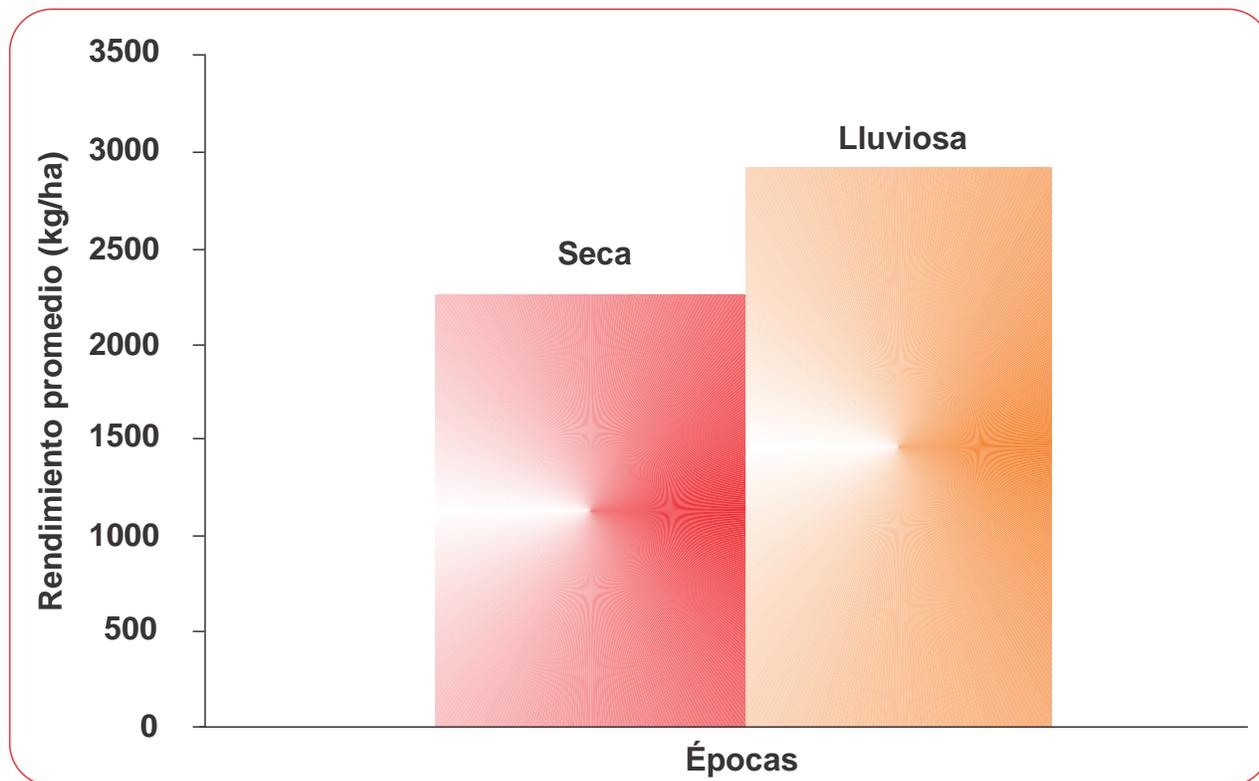


Figura 16. Rendimiento promedio de arroz de los años 2004-2006, en presencia del ácaro *S. pinki*.

5.2 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:

- Implementar períodos libres del cultivo de arroz en el campo, como períodos de veda.
- Eliminar por completo los restos de cosecha y malezas, ya pueden ser foco de infección.
- Plantar los campos cercanos en un período no mayor de tres semanas (para evitar el efecto de colindancia).
- Control de malezas en muros, canales y áreas colindantes.
- Realizar siembras escalonadas, contrarias a la dirección de los vientos predominantes y a la circulación del agua del riego.
- Preparación del 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.
- Rotación de cultivos.
- No permitir la distribución o existencia de cáscara u otros subproductos del arroz, en lugares que puedan constituir un foco de infección.
- Deben evitarse campos contiguos o adyacentes recién sembrados, con campos próximos a la cosecha.
- Limpieza y desinfección de los equipos y maquinarias utilizados en las áreas infestadas con el hongo y el ácaro.

5.3 Monitoreo

Los muestreos para identificar bacterias se deben efectuar durante todo el ciclo de cultivo. En el caso de los hongos, durante la fase reproductiva, se deben revisar las vainas de la hoja bandera; en ambos casos, 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 a laboratorio, pueden observarse bajo estereoscopio (Almaguel 2004) (figura 17). 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 las no infestadas (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 de presencia de bacterias en el cultivo, se recomienda realizar pruebas de laboratorio a la espiga en formación, antes de la etapa de embuchamiento.

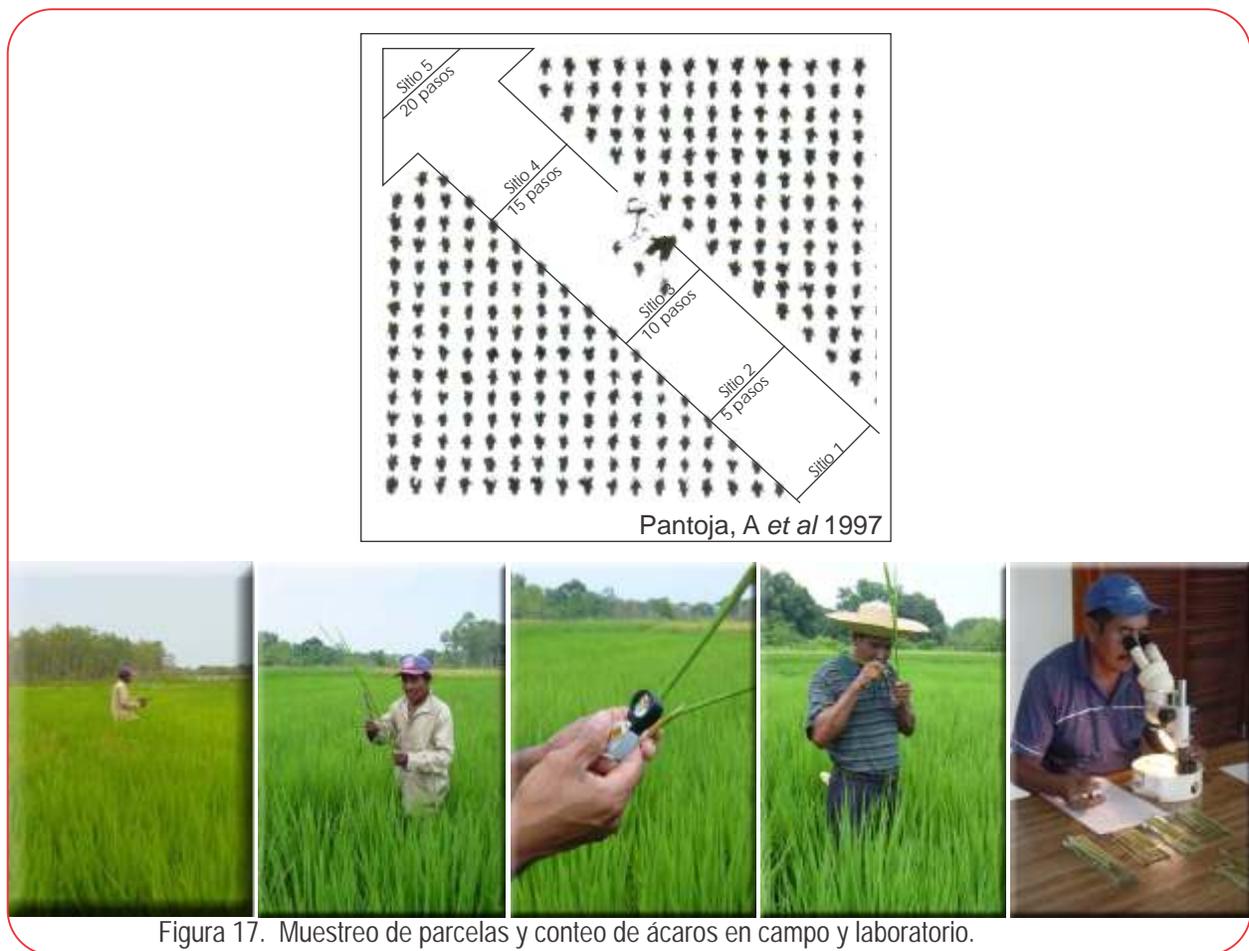


Figura 17. Muestreo de parcelas y conteo de ácaros en campo y laboratorio.

Con la información científica disponible, por ahora, no podemos definir un nivel de daño económico, por lo tanto, se sugiere que cuando se detecte la presencia del ácaro en la fase fenológica más crítica (máximo embuchamiento – inicio de emergencia de la panícula), se inicie el control.

5.4 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, no hay disponibilidad de variedades resistentes. 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 pueden 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 <i>Rhizoctonia</i> , susceptible a piricularia, rendimiento de 115-140 qq/ha; adaptada a diferentes tipos de suelos; buena calidad molinera en riego
IDIAP 145-05	Variedad de ciclo precoz 108-113 días, con buen potencial de rendimiento, bajo condiciones de secano favorecido y riego, tolerante a piricularia, manchado de grano; buena calidad molinera y culinaria.
IDIAP 54-05	Variedad de ciclo precoz 108-113 días, con buen potencial de rendimiento, bajo condiciones de secano favorecido y riego, tolerante a piricularia, manchado de grano; buena calidad molinera y culinaria.
IDIAP 52-05	Variedad de ciclo intermedio 110- 120 días, con rendimiento de 120 qq/ha, tolerante a piricularia, 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 (110-120 días), con buen potencial de rendimiento, bajo condiciones de secano favorecido y riego, tolerante a piricularia, manchado de grano; buena calidad molinera.
IDIAP FL 137-11	Variedad de ciclo precoz (110-120 días), con buen potencial de rendimiento en condiciones de secano favorecido y riego, tolerante a la piricularia y al manchado de grano; buena calidad molinera.
FEDEARROZ 473	Variedad introducida, con ciclo precoz de (110 a 120) días, con rendimiento 115 a 130 qq/ha, tolerante a la piricularia al follaje y al cuello de la panícula, tolerante a <i>Rhizoctonia</i> , buena calidad molinera, cuando se cosecha oportunamente.

5.6 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 que no sean perturbados 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 18). 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.

Con mucha frecuencia se ha detectado 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 han llegado 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 2, estos ácaros incrementan su población después en la fase reproductiva, ya sea porque se alimentan de pequeñas cantidades de polen de las flores de arroz o porque ocurra un incremento de la población de *S. spinki*, lo que indica que su abundancia está en función de la presa.



Figura 18. Ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae y Laelapidae (Quirós-McIntire y Rodríguez, 2010).

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 aplicados los productos demostraron control, con una eficiencia entre 89 y 98%. No obstante, 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 tiene 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.

5.6 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 plagas y enfermedades.

- Se recomienda aplicar los productos en la fase reproductiva, durante la etapa desarrollo de la panícula (embuchamiento), siempre que los monitoreos indiquen 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 35-40 lb/plg², con boquillas de abanico 8004.
- El ácaro, en otras latitudes, ha mostrado tener la habilidad de desarrollar rápidamente resistencia a los plaguicidas químicos, por lo que se sugiere la alternancia de productos en aplicaciones consecutivas en parcelas diferentes, en el mismo ciclo.
- Es importante realizar los controles normales de protección a la panícula.
- Los productores y técnicos deben recordar que el control químico es apenas una alternativa, de la cual no debemos abusar (Andrew et al. 2004).

6. NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ

El balance nutricional de la planta es importante para que toleren satisfactoriamente el estrés, ya sea biótico o abiótico. Por lo tanto, es necesario efectuar los análisis de suelo de 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 desbalances en la aplicación de los nutrientes. La aplicación de nitrógeno debe ser fraccionado a niveles inferiores de los 100 kg/ha, aunque en algunas regiones se puede aplicar hasta 130 kg/ha. El exceso de este macro nutriente puede empeorar los efectos del complejo ácaro-hongo-bacteria y otros problemas fitosanitarios como la piricularia, bacteriosis y otros. El macro nutriente más 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 las recomendaciones de fertilización, de acuerdo al cuadro 4.

CUADRO 4. GUÍA PARA LA RECOMENDACIÓN DE FERTILIZANTES 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 1224-12	52	52	136-65-37
	5.0 qq 1530-8	42	42	118-68-18
	3.0 qq 1846-0	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 1224-12	56	56	131-38-19
	3.0 qq 1530-8	52	52	124-41-11
	2.0 qq 1846-0	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.

7. DENSIDAD DE SIEMBRA

La experiencia sugiere que elevadas densidades de siembra son contraproducentes, puesto que, crean las condiciones favorables para que microorganismos (hongos y bacterias), además del ácaro, invadan las parcelas. Las densidades de siembra recomendadas van desde 68 kg (150 lb/ha) en riego a 136 kg/ha (300 lb/ha) en seco, 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 rendimientos satisfactorios, si las malezas se mantienen bajo control y si 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 (secano-riego), la calidad de la semilla y la fertilidad de los suelos.

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

8. RECOMENDACIONES GENERALES

- ❖ 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 las áreas afectadas hacia las áreas no afectadas. Además, el dispersar el arroz rojo puede transmitir sistémicamente hongos y bacterias.
- ❖ Dejar un período 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. No obstante, para aplicar medidas de este tipo es necesario conocer la dinámica poblacional del ácaro a través del tiempo.
- ❖ Iniciar las observaciones, monitoreos y el control del ácaro lo más próximo al período de embuchamiento, ya que es el período más 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, no descuidar el control de los 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 muy 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: TARSONEMIDE) 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: TARSONEMIDE) SMILEY 1967, en arroz en los sistemas de riego y secano. Informe técnico. Panamá, IDIAP. 20 p.

Guía Técnica

**Manejo integrado del complejo ácaro
(Steneotarsonemus spinki Smiley) –
hongo (Sarocladium oryzae Sawada) – bacteria
(Burkholderia glumae), en el cultivo del arroz**

Es una publicación del



Revisores Técnicos

Carmen Y. Bieberach Forero, M.Sc.
Luisa Martínez Rodríguez, Ing. Agro.
Marco Navarro, M.Sc.

Edición

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

Diagramación

Gregoria Hurtado

Fotografías

Archivos del IDIAP

Impresión

Departamento de Publicaciones

Nivel Central, Panamá.

Primera edición: 500 ejemplares - 2008

Segunda edición: 100 ejemplares - 2009

Tercera edición: 50 ejemplares - 2012

