



ORGANISMO INTERNACIONAL
REGIONAL DE SANIDAD
AGROPECUARIA

Manejo Integrado del Ácaro del Arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) y las enfermedades asociadas

DIRECCIÓN REGIONAL DE SANIDAD VEGETAL



ORGANISMO INTERNACIONAL
REGIONAL DE SANIDAD
AGROPECUARIA

**Manejo Integrado del Ácaro del Arroz
(*Steneotarsonemus spinki* Smiley)
y las enfermedades asociadas**

Septiembre 2019



Esta es una publicación del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). Se prohíbe la reproducción del material contenido en este documento sin previa autorización escrita del OIRSA. © Derechos Reservados.

Como citar este documento:
Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 2019
"Manejo Integrado del Ácaro del Arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) y las enfermedades asociadas". 55pp.

Primera edición, septiembre 2019.

www.oirsa.org

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA

DIRECTORIO

M.Sc. EFRAÍN MEDINA GUERRA

Director Ejecutivo

MVZ. OCTAVIO JAVIER CARRANZA DE MENDOZA

Director Técnico

M.Sc. NOEL BERMÚDEZ CRUZ

Director de Administración y Finanzas

DR. CARLOS URÍAS

Director Regional de Sanidad Vegetal

M.Sc. ABELARDO DE GRACIA SCANAPIECO

Director Regional de Salud Animal

ING. RAÚL RODAS SUAZO

Director Regional de Servicios Cuarentenarios

PH.D. LAURIANO FIGUEROA QUIÑONEZ

Director Regional de Inocuidad de Alimentos

OIRSA

Calle Ramón Belloso, final pasaje Isolde,
Edificio OIRSA, colonia Escalón,
San Salvador, El Salvador
PBX: +(503) 2263-1123/ +(503) 2209-9200
www.oirsa.org
oirsa@oirsa.org

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL Y RELACIONES PÚBLICAS

M.Sc. JUAN PABLO GUZMÁN
comunicaciones@oirsa.org
Tel: + (503) 2209-9200

CONTENIDO

Introducción

9

Antecedentes

11

1. Daño económico	13
2. Clasificación taxonómica	14
3. Descripción morfológica	15
4. Reconocimiento en campo	17
5. Biología y ecología	18
6. Metodología para evaluar poblaciones	24
7. Síntomas y daños	25
8. Enfermedades transmitidas por el ácaro	27
8.1. <i>Sarocladium oryzae</i>	28
8.2. <i>Burkholderia glumae</i>	33
9. Alternativas para el Manejo Integrado de <i>Steneotarsonemus spinki</i>	36
9.1. Control cultural	36
9.2. Control fitogenético	38
9.3. Control biológico	40
9.4. Control químico	43
10. Propuesta de Manejo Integrado de <i>Steneotarsonemus spinki</i>	45
11. Conclusiones	49
12. Bibliografía	50

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cultivo que provee más de la mitad del alimento diario a una tercera parte de la población mundial. Es el único cereal importante que se destina casi exclusivamente a la alimentación humana. Sus virtudes como alimento son numerosas: es rico en vitaminas y en sales minerales que cubren en un alto porcentaje las necesidades alimenticias del ser humano. Presenta bajos contenidos de grasa (1%), libre de colesterol y muy bajo contenido de sodio. Por estas características, el arroz es un recurso importante para las poblaciones rurales y para la seguridad alimentaria en muchos países de bajos ingresos. Es un cultivo que se produce en más de 100 países, con una superficie cultivada que asciende a 158 millones de hectáreas. Para el periodo 2015/2016 se estimó que la producción mundial de arroz fue de 471.09 millones de toneladas, con un incremento del 1,3% en el consumo del arroz como alimento.

A pesar de que América Latina contribuyen el 3,9% de la producción mundial y el 5,5% de la superficie cultivada, el arroz desempeña un papel estratégico para la región, tanto a nivel económico como a nivel social. Por ello, cualquier elemento biótico o abiótico que afecte los rendimientos tradicionales del cultivo, son una amenaza potencial para la seguridad alimentaria en la región.

En los últimos decenios se ha producido un aumento en la productividad del arroz como resultado del perfeccionamiento del manejo del cultivo y la liberación de nuevas variedades, con una estabilidad superior. Sin embargo, estos avances no han podido evitar que las plagas causen pérdidas en los rendimientos. A esto hay que añadir los costos ambientales, los de salud pública y la pérdida de competitividad del cultivo, que están asociados al uso poco racional de los agroquímicos.

El cultivo de arroz es infestado por diversas plagas, sin embargo, en los últimos 15 años, los ácaros han alcanzado un lugar importante debido a la aparición de *Steneotarsonemus pinki* (Smiley) (Acari: Tarsonemidae) en Cuba y otros países de la región.

En la región hay un cúmulo importante de conocimientos relacionados con el manejo del ácaro del vaneo del arroz. Por ello, resulta necesario poner a disposición de los productores la información más actualizada sobre esta importante plaga, como punto de partida para el diseño de estrategias de manejo integrado específicas para cada país. Esto, sin duda, será una contribución significativa en la solución de este problema.

Dada la importancia de esta plaga para la seguridad alimentaria de la población centroamericana, el Comité Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (CIRSA) –órgano rector del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)– incluyó, en su programa de trabajo Bienal (2014- 2015), la elaboración de un Manual de Manejo Integrado para esta plaga, el cual será una herramienta de mucha utilidad para los técnicos de los servicios de extensión, vigilancia fitosanitaria y productores de los países miembros del Organismo.

ANTECEDENTES

La descripción original del ácaro del vaneo del arroz, *S. spinki*, fue proporcionada por Robert L. Smiley (1967) de muestras recogidas en 1960 por Dr. Will Spink, por quien fue nombrada la especie. El artículo de Smiley (1967) refiere que *S. spinki* se recolectó sobre *Togasodes orizicolus* (Muir) (Hemiptera: Delphacidae) (anteriormente *Sogata orizicola* Muir) en Baton Rouge, Louisiana, Estados Unidos. Sin embargo, una revisión de las notas del Dr. Spink reveló que los especímenes de *S. spinki* se recolectaron en realidad sobre los huevos del delfácido, no sobre adultos.

Este ácaro fue informado a mediados de la década del 60 en China, al sur del río Yangtsé, donde produjo pérdidas de un 30% en el cultivo del arroz y en los casos más severos disminuyó los rendimientos entre 70 y 90%, en las segundas siembras.

Para el año 1993, *S. spinki* fue considerada como una plaga seria del arroz en China, Taiwán y Filipinas. En 1985 fue considerado plaga para toda el Asia Tropical. En esta región, también se informó de su presencia en Tailandia y Corea, así como en Sri Lanka. Con anterioridad, en 1976, se reportó una epidemia de esterilidad en el arroz causando daños extensivos en el Distrito de Tainán (Taiwán). Y aunque la causa fue desconocida, encontraron muchos ácaros en las vainas de las plantas de arroz, informándose, en ese momento, como *Steneotarsonemus madecanus* Gutiérrez. Pero en una evaluación posterior se rectificó la clasificación de *S. madecanus* como *S. spinki*, el cual fue responsabilizado como causante de pérdidas entre 20 y 60%.

En la India, en 1977, informaron sobre una nueva plaga del arroz, afectando tanto las glumas y pálea, como los ovarios de la flor, mientras que, en 1984, se realizó el informe de este ácaro en las vainas de las hojas de plantas de arroz cultivadas en invernaderos en Japón. Mientras que en la región de Tainán, al sur de Taiwán, se informaron pérdidas de los rendimientos de un 60%. Los investigadores llegaron a la conclusión de que la variedad Tainán #5 era extremadamente susceptibles al daño de *S. spinki* y, en respuesta, la superficie cultivada de esta variedad se redujo de 400,000 hectáreas en 1975 a 80,000 en 1981. Otro informe del brote de 1976 en el sur de Taiwán informó que aproximadamente entre el 20-60% de los granos cosechados estaban vacíos, lo que provocó una pérdida equivalente a 20,000 t. Los daños fueron especialmente pronunciados en la segunda cosecha de arroz.

En la provincia de Guandong, en el sur de China, se le atribuyó a *S. spinki* una reducción de los rendimientos del 5-20%. En la India, se determinó que las variedades japónicas eran más susceptibles a *S. spinki* que las variedades índicas, con una pérdida de rendimiento del 20%. Un estudio detallado en la India reveló que *S. spinki* representó el 80% de la población total de ácaros en el cultivo de arroz y que la esterilidad se puede correlacionar con el tamaño de la población de *S. spinki* presente en el cultivo. Mientras que en Vietnam se informó sobre una afectación del 15% de granos vanos, debido a la presencia de *S. spinki*.

El primer informe como plaga en el continente americano ocurrió en el Caribe, cuando se confirmó la presencia de *S. spinki* en Cuba en el año 1997, con una disminución de los rendimientos entre 15 y 20%. En los años siguientes, la plaga tuvo una rápida propagación por todo el Caribe. En 1999, se confirmó su existencia en República Dominicana, estimándose reducciones de los rendimientos en más del 40%. En este año también se informó en Haití, produciendo pérdidas del 60% de los rendimientos.

Por su parte, en Centroamérica, *S. spinki* se reportó por primera vez en Panamá en el año 2003. La reducción en la producción arroceras fue aproximadamente del 40%. A nivel experimental se determinó que las pérdidas en áreas bajo riego fluctuaron entre 17 y 23,5%; mientras que, en secano, oscilaron entre 34,7 y 74,2%. En el primer año de infestación de *S. spinki* en Costa Rica se registraron pérdidas hasta el 45% y 100% en algunas áreas. Cuando se adoptaron las medidas fitosanitarias recomendadas, solo se cosecharon 3 t/ha de arroz por la alta infestación.

Para el año 2005 se reportó en Colombia, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Venezuela; este último país sin afectaciones significativas en los rendimientos. En América del Norte se informó la presencia del ácaro en 2006, en la ciudad de Palizada, Campeche, México. En los Estados Unidos apareció en el 2007, donde se señaló que *S. spinki* fue identificado a partir de plantas en invernadero y en parcelas de arroz de investigación en Texas.

Esta especie ha sido considerada el ácaro plaga más importante y destructivo para el cultivo del arroz en todo el mundo. Este ácaro transporta, además, las esporas del hongo *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams y D. Hawks, el cual causa la pudrición de la vaina y manchado del grano, ambos producen la enfermedad conocida en Asia como "Síndrome de esterilidad de la panícula del arroz".

1. DAÑO ECONÓMICO

En general, *S. spinki* produce los daños con las piezas bucales al alimentarse de las vainas, los cuales se oscurecen o necrosan, provocando que los granos no se llenen totalmente y, por tanto, las panículas permanecen erectas. El ácaro se puede encontrar en el pistilo y el talio de la flor del arroz, y solo puede producir daños a la planta cuando se encuentra en altas poblaciones.

En los estudios realizados se ha demostrado que el deterioro de la calidad de la semilla, el mal llenado y el manchado de grano fueron causados por la infestación de *S. spinki*, y que la presencia del tarsonémido aumentó el porcentaje de granos deteriorados.

Los daños observados en el cultivo del arroz en Panamá en el año 2003 con la aparición de *S. spinki*, provocaron la disminución de la producción. Las plantas presentaron un desarrollo adecuado durante el periodo vegetativo, pero al llegar a la etapa de floración aparecieron los síntomas visuales, los cuales consistieron en la presencia de espiguillas vanas y negras, granos “pico de loro”, granos estériles y aborto de los granos (Fig. 1).



Figura 1. Daños atribuidos a la presencia de *Steneotarsonemus spinki* en plantas de arroz. (A) Panícula erecta, con granos vanos y manchados. (B) Manchado o bronceado de las vainas (Panamá). (C) Panícula erecta y granos decolorados. (D y E) Panículas erectas con granos “pico de loro” (Nicaragua). Fotos: Evelyn Quirós, Héctor Rodríguez.

Los daños y efectos asociados con las infestaciones de *S. spinki* incluyen la esterilidad, la infertilidad parcial de la panícula y la deformidad del grano de arroz. Es difícil de caracterizar y aislar el daño atribuido a *S. spinki* de forma precisa porque comúnmente se encuentra junto a otros patógenos del cultivo.

De las muestras de granos y vainas severamente afectadas por la presencia del complejo ácaro-hongo en varias zonas arroceras de Panamá, se aisló la bacteria *Burkholderia glumae* Kurita y Tabei, y se consideró que dicha bacteria era un componente más del complejo. En 2007, de muestras con daños atribuidos a *S. spinki*, se aislaron las bacterias *B. glumae* y *Burkholderia gladioli* Severini, concluyéndose que existe asociación de estas bacterias con los síntomas de tizón de la panícula del arroz en Panamá. Se ha mencionado que los insectos chupadores y barrenadores y *S. spinki*, ayudan a diseminar la bacteria e incrementan la incidencia cuando se registra la presencia de ambos en el complejo.

Los daños asociados a *S. spinki* en las plantas de arroz pueden indicarse como “Síndrome del grano estéril” como enunciaron Chen *et al.* (1979), que planteó que la densidad de ácaros y el porcentaje de los granos vanos tienen una alta relación con la reducción de los rendimientos.

2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Del género *Steneotarsonemus* Beer (Acari: Tarsonemidae) se conocen 60 especies. Este género tiene una amplia distribución mundial, aunque solo 15 especies se encuentran en el hemisferio occidental.

La posición taxonómica de *S. spinki* es la siguiente:

Subclase: Acari

Superorden: Acariformes

Orden: Trombidiformes

Suborden: Actinedida

Superfamilia: Tarsonemoidea

Familia: Tarsonemidae

Subfamilia: Tarsoneminae

Tribu: Steneotarsonemini

Género: *Steneotarsonemus*

Subgénero: *Steneotarsonemus*

Especie: *Steneotarsonemus spinki* Smiley

3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

La hembra de *S. spinki* presenta el idiosoma alargado, ornamentado y el tegumento finamente punteado, con una longitud de 222-350 μm y un ancho de 84-109 μm . Gnatosoma subcuadrado, con las setas gnatosomales dorsales más largas que las ventrales. Estiletes de los quelíceros cortos, fuertemente curvados. Escudo prodorsal truncado anteriormente. Seta v_1 (16-20 μm) robusta, ligeramente pilosa; seta sc_2 (48-58 μm) larga y filiforme. Base de la seta sc_2 posterior a la sc_1 . Seta botridial sc_1 (18-21 μm) (órgano pseudoestigmático) ovoides, ligeramente piloso y base redondeada. Seta c_1 (9-12 μm) pilosa más corta que la seta c_2 (17-24 μm) filiforme. Las bases de la

seta c_1 y c_2 alineadas transversalmente. Seta d (9-10 μm) setiforme. Seta e (8-10 μm) tan larga como la seta f (8-10 μm). Apodema I corto, unido con el apodema posesternal; apodema II conspicuo y curvado (ap_2) unido con el apodema posesternal. Seta $1a$ (15-17 μm) dos veces más larga que la $2a$ (7-9 μm), $3a$ (39-44 μm) larga y filiforme, seis veces más larga que la seta $3b$ (6-8 μm). Pata I (47-74 μm) y pata II (44-77 μm) de igual longitud; pata III (99-116 μm) mayor que las patas I, II y IV (50-63 μm). Las patas I y II de longitud semejante, mientras que la pata III es mayor que las restantes patas. La pata IV corta y cilíndrica, con una seta terminal (tg'') tres veces más larga que la seta subterminal (v') (Fig. 2A).

El macho tiene el idiosoma liso, con el tegumento finamente punteado, con una longitud de 217-244 μm y 109-122 μm de ancho. Gnatosoma subcuadrado, con las setas gnatosomales dorsales pilosas basalmente y las ventrales lisas. Estilete quelicerar moderadamente corto. Escudo dorsal sin ornamentación. Escudo prodorsal esclerosado, subtriangular. Setas verticales v_1 (24-35 μm) robusta, ligeramente pilosa, mayor que la seta v_2 (17-31 μm). Seta escapular robusta, ligeramente pilosa, sc_1 (33-49 μm) aproximadamente de la misma longitud que la sc_2 (30-45 μm). Las bases de las setas sc_2 longitudinalmente alineadas con la seta sc_1 . Para I y II de longitud similar, mientras que la pata III es mayor que las restantes patas. La pata IV con una seta filiforme elongada en el trocánter, de igual longitud a las setas del fémurgena (vG') y la tibia (vTi''). Estas setas son robustas, en forma de cuchillo y ligeramente pilosas (Fig. 2B).

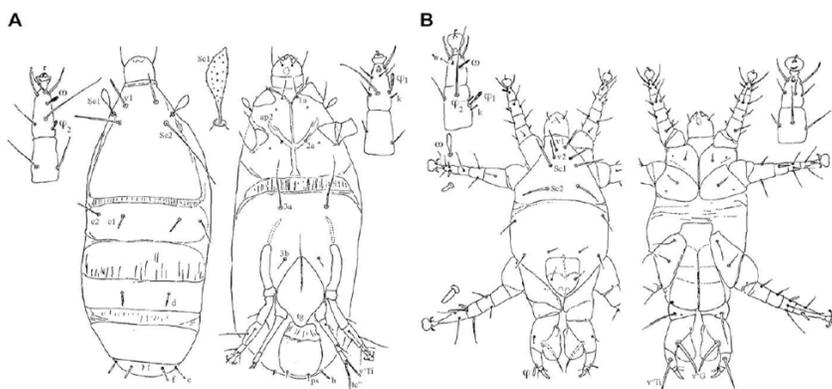


Figura 2. Vista esquemática de *Steneotarsonemus spinki*. (A) Hembra dorsal y ventral; (B) Macho dorsal y ventral. Tomado de Hummel *et al.* (2009).

En varias publicaciones a este ácaro se le nombra como: ácaro del arroz, ácaro del vaneado del arroz, ácaro del vaneo y ácaro de la panícula del arroz. Son ácaros cristalinos, no visibles a simple vista; su observación en campo solo es posible con lupas de 10 aumentos. Los huevos y larvas son aún más pequeños y de color semejante a los adultos. Viven y se desarrollan en la parte interna de la vaina de las hojas.

A modo de resumen de las características taxonómicas distintivas, de más fácil observación, se puede decir que las hembras de *S. spinki* son de cuerpo más largo que ancho, con el primer par de apodemas en forma de "Y" y los segundos son más largos y más fuertes, presentan órganos pseudoestigmáticos

ovoides con pequeñas proyecciones en la superficie (Fig. 3 A, B, E). Los machos tienen el cuerpo más ensanchado en la región del histerosoma, presentan un par de setas en forma de puñal o cuchillo sobre el fémur y la gena de la pata IV y un solenidium sobre la tibia de la pata III (Fig. 3 C, D, F).

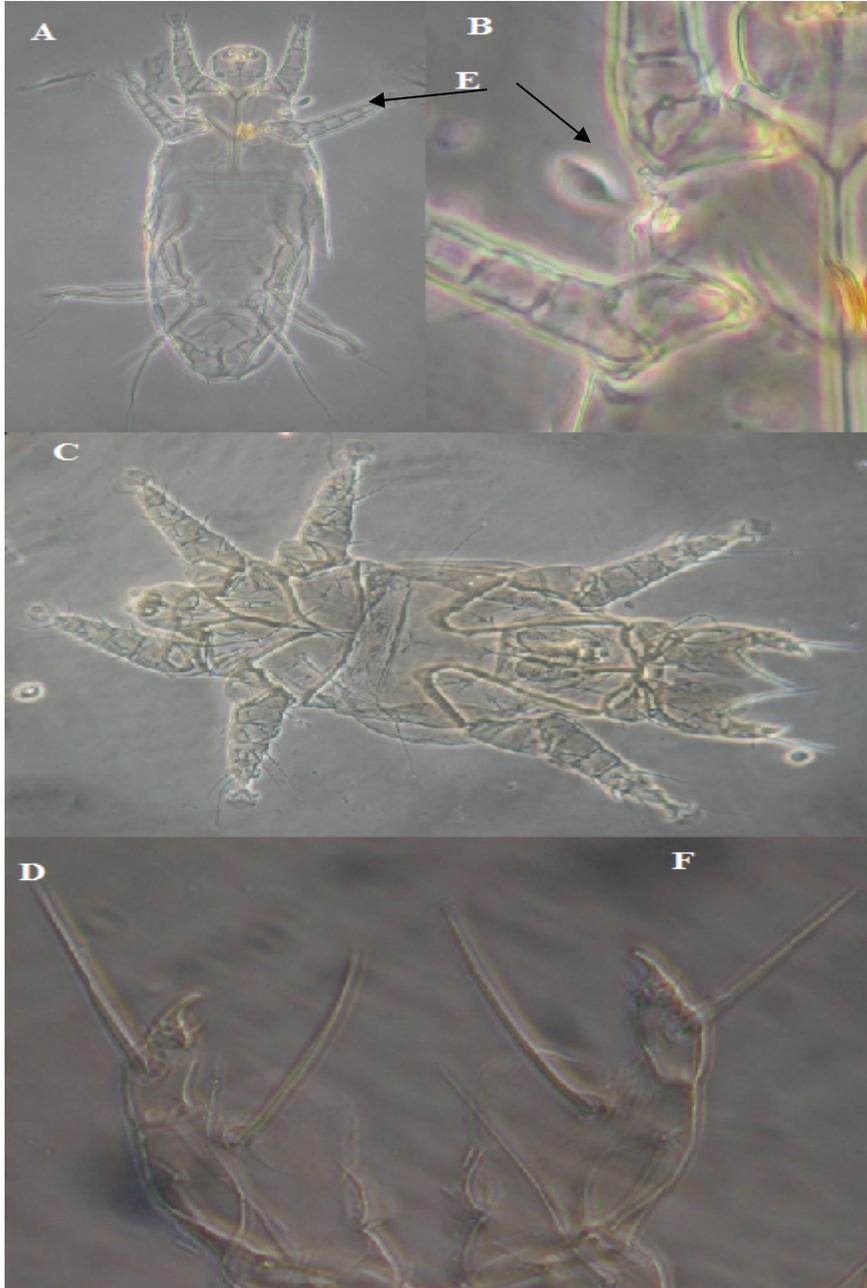


Figura 3. *Steneotarsonemus pinki*. (A) Vista ventral de la hembra. (B, E) Detalles del órgano pseudoestigmático. (C) Vista ventral del macho. (D, F) Detalles de la pata IV con las setas en forma de puñal. Fotos: Héctor Rodríguez.

4. RECONOCIMIENTO EN CAMPO

Al ser el ácaro del arroz un organismo tan pequeño, en campo solo es posible reconocerlo utilizando una lupa. Esta debe de ser de 10 aumentos o superiores, preferible con luz autónoma. Hay que arrancar o cortar un tallo y luego se cortan las vainas por su base, de las hojas inferiores a las superiores, con la ayuda de una cuchilla o tijera (Fig. 3). Seguidamente, se separa cada vaina del tallo, se abre en dos partes y se observa en la cara interior de la misma (Fig. 4). Se debe contar la cantidad de adultos presentes en tres puntos de la vaina (base, centro, ápice). Para lograr una visibilidad adecuada es necesario ubicarse correctamente para garantizar que incida sobre la superficie a observar la luz del sol. Hay que saber que se va a observar y adaptarse a las dimensiones del organismo que se va a encontrar.



Figura 4. Procedimiento para la evaluación de las poblaciones de *Steneotarsonemus spinki*. Fotos: Héctor Rodríguez.

5. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

Biología. En su desarrollo *S. spinki* pasa por las fases de huevo, larva (activa e inactiva) y adulto. Los huevos son de color blanco translúcidos, de forma ovoide alargada y se pueden encontrar aislados, en grupos pequeños o formando grandes masas compactas de huevos. De ellos emerge la larva, de color similar y cuerpo alargado, con solo tres pares de patas (Fig. 5). La fase de larva transita por un periodo activo, en el cual la larva se alimenta y otro inactivo o quiescente, aunque fisiológicamente activo. Son de forma ovalada con los extremos bien agudos, de color blanco hialino y de mayor tamaño que la larva activa. La larva inactiva que dará lugar a una hembra puede ser transportada por los machos, como es común en la conducta de otras especies de Tarsonemidae.

Las hembras son alargadas y sus pares de patas anteriores y posteriores están ampliamente separados. Los machos son más pequeños y con el contorno del cuerpo diferente. Los machos caminan rápidamente y se mantienen muy activos, buscando una larva inactiva, la que levantan con ayuda del último par de patas, la fijan por la papila genital masculina al extremo posterior de su cuerpo y las cargan a medida que caminan, hasta la emergencia del adulto hembra (Fig. 5). La cópula se realiza, por lo general, casi inmediatamente después que emerge el adulto hembra. Una vez copulan se separan. Ambos sexos son dorsalmente deprimidos, una configuración muy favorable para su actividad en los espacios confinados entre las vainas y los tallos de las plantas.

Los estudios de duración del ciclo de desarrollo realizados han evidenciado que la temperatura es uno de los elementos que determina su duración. En el Cuadro 1 se muestra la duración del ciclo a temperaturas diferentes, según varios autores. Como se puede observar, la duración del ciclo de *S. pinki* disminuye en la medida que aumenta la temperatura en el rango de 20 a 34 °C.

El periodo embrionario es el más variable, lo que sugiere que sea el estadio más sensible a las modificaciones en las condiciones del medio, afectándose su duración por los cambios de temperatura. Dicho estadio presentó una mortalidad máxima del 40% a 15 °C. Se observó un aumento de la mortalidad desde 16,7 a 26,7% en el rango de los 20 a 34 °C, lo cual coincide con lo planteado por diversos autores, quienes encontraron un incremento de la mortalidad dentro del rango de 25 a 32 °C a medida que se produjo el aumento de la temperatura. El resto de los estadios presentaron una estabilidad superior, con mortalidades inferiores al 10%.

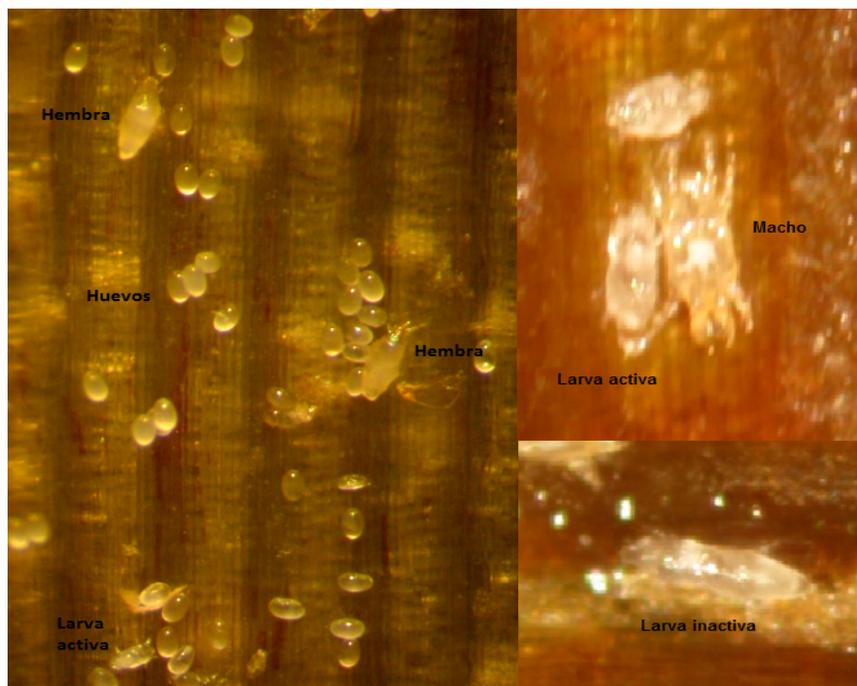


Figura 5. Fases de desarrollo de *Steneotarsonemus pinki*. Fotos: Mayra Ramos.

Cuadro 1. Duración del ciclo de desarrollo (en días) de *Steneotarsonemus spinki* en diferentes temperaturas sobre la variedad Perla de Cuba.

Temperatura (°C)	Huevo	Larva activa	Larva inactiva	Huevo a adulto	Autor
15	12,23	-	-	-	Santos <i>et al.</i> (2002)
20	5,73	1,73	3,87	11,33	
24	2,94	2,22	2,47	7,77	Ramos y Rodríguez (2000)
29	2,61	1,42	1,12	5,15	Santos <i>et al.</i> (2002)
34	2,47	1,34	1,13	4,88	

El umbral mínimo de desarrollo fue de 16,10 °C para el periodo embrionario, 15,91 °C para el larval y 16,06 °C para el ciclo completo de desarrollo, los cuales no presentaron diferencias respecto a lo obtenido experimentalmente, ya que a 15 °C los huevos presentaron una alta mortalidad y las larvas no sobrevivieron. La temperatura óptima de desarrollo se estableció entre 20 y 29 °C, ya que a 34 °C se incrementó el porcentaje de mortalidad de los huevos hasta el 26,7%. La Suma de Temperaturas Efectivas (STE) calculada a partir de 16 °C como el umbral mínimo de desarrollo para las condiciones de Cuba, fue de 62,03±10,03 grados/días, para un número de generaciones anuales de 48 a 55.

En otro estudio de biología desarrollado con esta especie en Colombia, se obtuvo una duración del desarrollo de huevo a adulto de 3,5 días en la variedad Fedearroz 473 a 27 °C. Estos parámetros muestran una tasa reproductiva neta (R_0) de 52,72, una tasa intrínseca de crecimiento natural (rm) de 1,36%, una tasa finita de multiplicación (λ) de 3,88, un tiempo generacional (T) de 4,59 días y un tiempo de duplicación (T_d) de 0,51 días.

Los parámetros de la tabla de vida de *S. spinki* obtenidos en este estudio confirman la celeridad de crecimiento de las poblaciones de este ácaro y explican las causas por las cuales se convirtió en una plaga de importancia en el cultivo de arroz. Los elementos biológicos y conductuales descritos concuerdan con las características de las especies exóticas invasoras y sustentaron la manifestación explosiva de los daños asociados con la detección en Cuba de ácaros del vaneo del arroz y otros países de la región.

Las hembras de *S. spinki* pueden producir de 50 a 70 huevos. También puede reproducirse mediante partenogénesis arrenotóquica, produciendo solo machos a partir de huevos de hembras vírgenes. Es capaz de producir de 48-55 generaciones por año, en virtud de unas condiciones climáticas ideales.

Plantas hospedantes. El ácaro tarsonémido del arroz es una especie preferentemente específica del cultivo del arroz. Sin embargo, se han informado hospedantes alternativos o transitorios diferentes a este cultivo. En el Cuadro 2 se relacionan las especies de plantas donde *S. spinki* ha sido informado. La mayoría de estos hospedantes alternativos le permiten al ácaro la sobrevivencia por cortos lapsos de tiempo, mientras se establecen nuevas plantas de arroz en los campos.

En China, en particular, el ácaro pasa el invierno en ausencia del cultivo principal. En estas condiciones la población del ácaro, especialmente las hembras

adultas, migran a los hospedantes silvestres y aunque no se desarrollan, sobreviven hasta el inicio de la primavera. Sin embargo, se demostró la mayor preferencia de *S. spinki* por *O. sativa* y *O. latifolia* (Desv.), de acuerdo a sus índices de sobrevivencia y desarrollo del ciclo de vida en cada una de ellas.

Cuadro 2. Hospedantes alternativos de *Steneotarsonemus spinki* en diferentes países. Modificado a partir de Hummel *et al.* (2009).

Familia	Especie	País	Autor
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Cuba	de la Torre (2004)
Caryophyllaceae	<i>Stellaria</i> spp.	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)
Cyperaceae	<i>Cyperus iria</i> L.	India	CRRRI (2006)
Poaceae	<i>Schoenoplectus articulatus</i>	India	Rao y Prakash (2002)
	<i>Alopecurus aequalis</i>	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)
	<i>Bambo</i>	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)
	<i>Zizania caduciflora</i>	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)
	<i>Coix lacryma-jobi</i>	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	India	Rao y Prakash (1996)
	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	China, República Dominicana	Jiang <i>et al.</i> (1994)
	<i>Echinochloa colona</i> L.	Cuba, Costa Rica, República Dominicana	de la Torre (2004) Gamboa <i>et al.</i> (2009)
	<i>Echinochloa crusgalli</i>	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaerth	China, Taipei, Costa Rica, República Dominicana	Ou y Fang (1978) Jiang <i>et al.</i> (1994) Gamboa <i>et al.</i> (2009)
	<i>Oryza latifolia</i> (Desv.)	Cuba, Costa Rica, Panamá	de la Torre (2004) Gamboa <i>et al.</i> (2009) Sanabria y Aguilar (2005)
	<i>Ischaemum rugosum</i> L.	República Dominicana	M. Pellarano (Pers. Obs.)
	<i>Leptochloa filiformis</i> L.	República Dominicana	M. Pellarano (Pers. Obs.)
	<i>Panicum repens</i> L.	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)
	<i>Phragmites australis</i> Cav. Trin. Ex. Steud	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)
	<i>Rotboellia cochinchinensis</i> L.	Costa Rica	Gamboa <i>et al.</i> (2009)
	<i>Lingnania chungii</i> McClure	China	INISAV (1998)
	<i>Schizostachyum funghumi</i> McClure	China	INISAV (1998)
	<i>Imperata cilindrica</i> (L.) P. Beauv	China	INISAV (1998)
	<i>Leersia hexandra</i> Sw	China	INISAV (1998)
<i>Paspalum</i> sp	China	INISAV (1998)	
<i>Oxycaryum</i> sp.	India	CRRRI (2006)	
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropipar</i> (L.) Delarbre	China	Jiang <i>et al.</i> (1994)

Dinámica de la población. *Steneotarsonemus spinki* se puede dispersar por el viento, el agua, los insectos, plantas y por los implementos agrícolas contaminados. El ácaro del vaneo del arroz presenta una distribución agregada y no manifiesta preferencias por sitios particulares del campo. Se presenta más frecuentemente en las vainas de las hojas de la 1 a la 4 y es más abundante en la base y centro de las vainas que en otros sitios. Los adultos representan un 30% de la población total, con una similar proporción de huevos y estados inmaduros.

En un análisis realizado en base a la proporción de *S. spinki* por vaina, con respecto a la población total, se determinó que el ácaro prefiere, de forma general, las vainas dos y tres; encontrándose los mayores niveles poblacionales a partir de la floración. Mientras que los ácaros depredadores mostraron un comportamiento similar, aunque con menor regularidad.

La fluctuación poblacional del tarsonémido del arroz muestra una clara relación con los factores abióticos y la fenología del cultivo. En relación con el crecimiento de la planta de arroz, las poblaciones de ácaros aparecen en la fase de “macollamiento” y alcanzan un pico poblacional en la fase de inicio de paniculación, para luego declinar en la maduración. Esta preferencia por la fase de inicio de la paniculación se debe a la alta acumulación de nutrientes en la vaina de la hoja, nutrientes que luego se mueven al grano, provocando la movilización de los ácaros.

La fenología del cultivo tiene una influencia significativa sobre la población de la plaga. Dentro de las fases fenológicas, en el periodo de paniculación y el de apertura de la panícula-cosecha es donde se encuentran las mayores poblaciones. En las fases de cambio de primordio y ahijamiento, los niveles poblacionales son significativamente menores. Las poblaciones máximas se encuentran, por lo general, después de los 90 días del cultivo.

Los estudios de dinámica poblacional realizados en Cuba indicaron que los mayores niveles poblacionales de este tarsonémido se alcanzan durante la fase de inflorescencia y apertura de la panícula. Esta aseveración se confirmó a través de los resultados obtenidos con el modelo lineal aplicado para medir la influencia de los factores climáticos (temperatura y humedad relativa promedio y las precipitaciones acumuladas), los ácaros depredadores y la fenología del cultivo sobre la población promedio de *S. spinki*, donde solo se encontró influencia altamente significativa de la fenología del cultivo.

Como se conoce, el clima determina la selección del momento de siembra del arroz y, por consiguiente, el momento en que ocurre cada fase fenológica. De acuerdo a los estudios realizados con la variedad Perla de Cuba, se evidenció que tanto la fase fenológica del cultivo, las temperaturas y la cantidad de depredadores son factores que determinan en un 42,8% las fluctuaciones ocurridas en la densidad de la población de *S. spinki*. Sin dejar de mencionar que las precipitaciones influyen, aunque en segundo plano, en las variaciones poblacionales. El clima cálido y húmedo favoreció el incremento de la plaga en Cuba.

En las condiciones climáticas de Cuba, por lo general, no se registran poblaciones hasta los 35 días después de la germinación del cultivo. Las menores densidades se encontraron entre los meses de diciembre a mayo,

donde ocurrieron daños menores, mientras que, a partir de agosto, los niveles de infestación y daño fueron mayores.

En Cuba, las mayores poblaciones se observaron en las siembras de primavera-verano, donde las primeras poblaciones del ácaro se detectaron a los 45-60 días después de la germinación del cultivo. Coincidentemente, las mayores afectaciones en los rendimientos se presentaron en las siembras realizadas en los meses de abril, mayo y junio, mientras que las menores poblaciones se registraron en las siembras efectuadas entre los meses de diciembre a marzo, periodo con temperaturas por debajo de 24 °C.

En Panamá, en un estudio realizado con los cultivares del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) 38 e IDIAP L7 en 32 siembra por separado, donde se analizó el efecto de los factores climáticos sobre la fluctuación de la población de *S. spinki*, se evidenció la relación existente entre las poblaciones de *S. spinki* y la humedad relativa y –en menor medida– con la temperatura máxima. En la caracterización del clima de Panamá, es importante señalar que la temperatura promedio del país oscila alrededor de los 29 °C, con poca variación entre la época lluviosa y la seca. Estas condiciones favorecen la reducción de la duración del ciclo de desarrollo de *S. spinki*, con una alta tasa de multiplicación de la población durante todo el año, por lo que se producen más generaciones anuales, que en otros lugares o países con temperaturas inferiores. La influencia marcada de la humedad relativa en las poblaciones de *S. spinki*, en la mayoría de las siembras, está fundamentado en que este factor osciló entre 45% y 72% en la época seca, valores que se consideran perjudiciales para estos tarsonémidos.

Por su parte, los rangos de humedad relativa en la época lluviosa oscilaron entre 65 y 90% C, siendo estos valores favorables para el desarrollo de *S. spinki*.

Para determinar la influencia de la fenología del cultivo en la fluctuación poblacional de *S. spinki* en cada cultivar, se consideraron las poblaciones promedio registradas en tres etapas fenológicas de los cultivares. En el cultivar IDIAP L7, las poblaciones aumentaron en cada etapa hacia la maduración de la planta, con diferencias estadísticas significativas. Mientras que en el cultivar IDIAP 38 no se observaron diferencias entre las fases fenológicas.

Al comparar las poblaciones de *S. spinki* entre los dos cultivares, en la etapa crecimiento vegetativo, se encontró que las poblaciones del tarsonémido fueron similares. Para las etapas reproductiva y de maduración se observaron diferencias significativas entre cultivares. La tendencia de *S. spinki* a alcanzar la mayor población en el cultivar IDIAP L7, y que la misma aumentara hacia la etapa reproductiva y de maduración, fue consistente en todas las siembras. Mientras que la población del tarsonémido en el cultivar IDIAP 38 no presentó aumento de la población hacia estas dos etapas.

El crecimiento de las poblaciones de *S. spinki* estuvo, consistentemente, en función de las etapas fenológicas del cultivo. Ello implica que cuando se alcanzan las máximas poblaciones hacia la fase reproductiva (formación del grano) se pueden afectar significativamente los rendimientos. Esta reducción en los rendimientos está relacionada con el daño ocasionado por el ácaro a las espiguillas del arroz y, por ende, a la formación y llenado de los granos.

6. METODOLOGÍA PARA EVALUAR POBLACIONES

El monitoreo de las poblaciones es una actividad vital para decidir el momento oportuno para realizar una aplicación y para evaluar la efectividad de la misma. Igualmente importante es el establecimiento de la frecuencia de muestreo y el número de muestras a evaluar. La metodología de monitoreo de *S. pinki* utilizada en Cuba aparece resumida en el Manual de Almaguel *et al.* (2005). A continuación, se relacionan los elementos fundamentales contemplados en la misma.

Los muestreos deben realizarse semanal o decenalmente desde la germinación hasta la fase de grano almidonoso, en un total 30 tallos, uno por plantón tomados al azar, aproximadamente 10 tallos por terrazas de riego.

En la fase A. Desde la germinación y antes del ahijamiento masivo. Se debe observar las dos primeras hojas. Estas tienen las vainas pequeñas, abiertas y con niveles bajos de población.

En la fase B. Desde el embuchamiento (panzones) masivo hasta emisión de la panícula. Se observan las hojas más jóvenes, de arriba hacia abajo, en la planta.

Las observaciones en campo deben realizarse con lupa de 10 aumentos o superiores y se debe contabilizar la cantidad de adultos presentes en la base, centro y ápice de la vaina de la hoja. La observación en un microscopio estereoscópico es más efectiva. Para determinar los niveles de infestación de los campos, en Cuba se utilizó la siguiente escala de grados:

Cuadro 3. Escala de grados para determinar los niveles de infestación

Grado	Población adulta promedio por planta
0	Sin ácaros
1	De 1–5 adultos
2	Más de 5 y hasta 10 adultos
3	Más de 10 y hasta 20 adultos
4	Más de 20 adultos

Para determinar el grado medio de ácaros por campo se utiliza la siguiente fórmula:

$$GMP = \sum n (G)/30, \text{ donde:}$$

GMP= grado medio de ácaros por campo.

n= número de planta por grado.

G= grado de población/planta.

30= total de plantas muestreadas por campo.

El índice se puede calcular sumando el número de plantas por grado y se divide por el número total de plantas observadas.

Umbral. En los campos estacionarios o de observación permanente, se consideraron infestado cuando tenga Grado 1, es decir, de 1 a 5 adultos promedio por planta. Los índices de campo se categorizan por la siguiente escala:

Cuadro 4. Escala para categorizar los índices de campo de *S. spinki*.

Categoría	Índice de campo
Presencia	hasta 1 grado promedio
Ligero	más de 1 grado promedio
Medio	más de 2 grados promedio
Intenso	más de 4 grados promedio

Si el ácaro está presente se considera infestado el tallo y solo se verifica hasta que se encuentren más de 1 y hasta 5 plantas infestadas.

Índice o señal de aplicación. Más de uno y hasta cinco plantas infestadas. En la región centroamericana, de forma general, se ha asumido la metodología desarrollada en Cuba. Sin embargo, se ha ajustado a las condiciones locales, en función del número de plantas a muestrear, el momento del muestreo, así como en la magnitud de la población a considerar como nivel para emitir la señal de aplicación.

7. SÍNTOMAS Y DAÑOS

El ácaro del arroz, *S. spinki*, es un artrópodo muy pequeño y no se puede ver a simple vista. Se localiza, frecuentemente, en la parte interna de las vainas de las hojas, lo que hace difícil su diagnóstico y control. Los síntomas más evidentes causados por *S. spinki* se producen durante o después de la emergencia de la panícula, como el vaneado y manchado de los granos en formación. El vaneamiento varía de acuerdo a la intensidad del ataque.

Los daños causados por la infestación del ácaro del arroz pueden ser directos, debido a la alimentación de un gran número de individuos, e indirectos por la inyección de toxinas durante la alimentación y la diseminación de fitopatógenos, especialmente hongos y bacterias.

Los estiletes queliceriales de *S. spinki* perforan la epidermis de las células de las plantas de arroz y este mecanismo de alimentación del ácaro causa lesiones necróticas en la superficie de la vaina y en el grano. Las plantas de arroz atacadas, por lo general, se atrofian y presentan problemas en su desarrollo: deformación de panículas y de inflorescencias, tejidos necróticos y deshidratados, puntos de color café sobre la pared de los granos, esterilidad, y reducción en la calidad del grano y en el número de panículas.

El principal problema para el productor es que, cuando los síntomas en las panículas son visibles, la mayoría del daño ya ha sido hecho y es poco lo que se puede hacer para revertir el proceso. Entre los daños directos producidos por las picaduras de los ácaros en las vainas de las hojas están la pérdida de humedad en los tejidos, daños tisulares (células vacías sin clorofila).

Indirectamente, se ha demostrado, la introducción de toxinas (sustancias tóxicas), las cuales estimulan deformaciones en el tejido vegetal, especialmente en el grano, induciendo el síntoma denominado “pico de loro”. También se ha demostrado que puede transportar sobre su cuerpo esporas del hongo *S. oryzae* y, producto de su alimentación, provoca la ruptura de los tejidos de la planta, lo cual posibilita la entrada de otros organismos patógenos oportunistas.

Las observaciones en campo y en laboratorio evidencian que las plantas afectadas por *S. spinki* presentaban granos vanos, parcialmente llenos y manchados. También se observaron granos abarquillados por efecto de la alimentación del ácaro. Las panículas vanas presentaban curvaturas anormales del pedúnculo, y las que estaban en fase de maduración permanecían erectas. En el interior de las vainas se observaron áreas puntuales o zonas necróticas con altos niveles de población del ácaro, en todas sus fases: huevos, larvas y adultos.

En las plantas paniculadas se observó la presencia de puntos necróticos color marrón, principalmente en el extremo superior de la vaina de la hoja que envuelve la panícula. Esta lesión puede extenderse y cubrir la totalidad de la vaina. Las panículas procedentes de vainas necróticas presentaban granos decolorados, arrugados y con manchas en forma de punto de color pardo rojizo hasta la necrosis completa, de color pardo sucio a pardo oscuro. Sin embargo, los síntomas son poco visibles en las primeras fases fenológicas de las plantas y en los inicios del desarrollo poblacional, estas características no contribuyen a la detección temprana de su presencia.

Steneotarsonemus spinki vive y se desarrolla en el interior de las vainas de las hojas del arroz. Particularmente en la base, en las espiguillas antes y durante la floración y en el interior de los órganos florales. Se alimenta y produce necrosis, atrofia del ovario y aborto de la flor. Interrumpe la circulación de los nutrientes para la formación del grano hasta la fase lechoso y disemina los conidios de *S. oryzae*.

En un estudio del daño histológico provocado por la alimentación de *S. spinki* en las vainas de las hojas de la variedad Perla de Cuba, se pudo constatar la presencia de tejido epidérmico desordenado y células hipertrofiadas, elementos que se pueden relacionar con los daños observados en los rendimientos. En la variedad Morelos A-92 en México, se demostró que las plantas con altos niveles poblacionales, presentaron claros daños histológicos, caracterizados por la destrucción de las células de la epidermis de la superficie adaxial, desórdenes, cambio de color e hipertrofia de las células del mesófilo, así como cambio de color en la epidermis abaxial.

Por la posición protegida que ocupa esta especie en la vaina de la hoja del cultivo del arroz, es muy importante conocer la sintomatología que produce, con vista a orientar las encuestas de detección en los países que se encuentran libre de esta especie exótica invasora, o para la realización del monitoreo sistemático en función de la señalización y pronóstico.

En un estudio desarrollado en Vietnam, donde se inocularon plantas de arroz con densidades crecientes de *S. spinki* (1, 2, 4, 6, 8, 16 y 32 ácaros/tallo) a los 30 y 45 días después de la germinación, se observó que el ácaro redujo significativamente la altura de las plantas, el peso y la curvatura de las panículas e incrementó el porcentaje de inflorescencias estéreles. Estas afectaciones se incrementaron con el aumento de la densidad de ácaros por tallo, llegando a provocar una reducción de los rendimientos del 89%.

Diversos autores han informado que las altas densidades de *S. spinki* están asociadas a las altas densidades de plantación y las altas humedades relativas. Las prácticas culturales contribuyen a demorar su presencia en el cultivo y reduce las pérdidas de los rendimientos y los costos de producción.

8. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL ÁCARO

La Sociedad Americana de Fitopatología (APS) reporta 43 enfermedades que afectan al arroz, distribuidas de la siguiente forma: 21 causadas por hongos, 12 por virus, seis por bacterias y cuatro por nematodos. De estas, las enfermedades de mayor impacto económico son las que causan los siguientes hongos: *Pyricularia oryzae* Sacc., *Cochliobolus miyabeanus* Ito y Kuribayashi, *Rhizoctonia solani* Kühn y *S. oryzae*. A continuación, se relacionan las enfermedades, que, de una forma u otra, han sido informadas en asociación con *S. spinki* (Cuadro 5).

Diversos autores han enunciado la co-ocurrencia de *S. spinki* y enfermedades del cultivo del arroz y se evidencia, en muchos casos, que *S. spinki* fue el problema dominante. Se considera que la alimentación del ácaro sobre la vaina y los granos provoca incrementos en la incidencia de la pudrición de la vaina y el tizón de la panícula, al favorecer su entrada a la planta.

Uno de los problemas más importantes que inciden en la identificación de los síntomas de *S. spinki* es su asociación con el hongo *S. oryzae* y la bacteria *B. glumae*. La asociación del ácaro con el hongo acentúa la pudrición de las vainas y se reportan como responsables por la alta esterilidad de las panículas, por lo que causa grandes pérdidas en los rendimientos.

En Panamá, en 2007, describieron la asociación de las bacterias *B. glumae* y *B. gladioli* (Severini), lo que produce los síntomas del tizón de la panícula ('panicle blight') y posteriormente en Louisiana, Estados Unidos, encontraron sintomatología de tizón bacterial de la panícula ('bacterial panicle blight'), un daño que incluye vaneamiento del grano y panículas erectas en plantas de arroz atacadas por el ácaro.

Debido a que las enfermedades pueden ocasionar daños severos en una plantación de arroz, es importante que el productor sepa identificar y efectúe monitoreos frecuentes en su plantación para detectar los síntomas iniciales de la presencia de enfermedades, para proceder a tomar medidas de control o prevención.

Cuadro 5. Enfermedades informadas asociadas a *Steneotarsonemus spinki*. Modificado a partir de Hummel *et al.* (2009).

Patógeno	País	Referencia
<i>Alternaria padwickii</i> (Ganguly)	India	Rao y Prakash (2003)
<i>Burkholderia</i> (<i>Pseudomonas</i>) <i>glumae</i> (Kurita y Tabei)	India, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Colombia	Rao y Prakash (2003) FONTAGRO (2011)
<i>Curvularia lunata</i> [<i>Cochliobolus lunatus</i> R.R. Nelson y Haasis]	India	Rao y Prakash (2003)
<i>Fusarium graminearum</i> [<i>Gibberella zeae</i> (Schwein)]	India	Rao y Prakash (2003)
<i>Fusarium moniliforme</i> J. Sheld.	India	Rao y Prakash (2003)
<i>Pseudomonas fuscovaginae</i> Sheath	India, Costa Rica	Rao y Prakash (2003)
<i>Pyricularia oryzae</i> (<i>Magnaporthe grisea</i>) (T.T. Hebert) M.E. Barr	Cuba	Almaguel <i>et al.</i> (2003)
<i>Rhizoctonia</i> spp.	Cuba	Almaguel <i>et al.</i> (2003)

<i>Rhynchosporium</i> spp.	Cuba	Almaguel <i>et al.</i> (2003)
<i>Sarocladium oryzae</i> (Sawada) W. Gams y D. Hawksw.	China, Cuba, Panamá, India, Costa Rica,	Rao <i>et al.</i> (1993) Sanabria (2005) Almaguel <i>et al.</i> (2003)
<i>Spiroplasma citri</i> Saglio	Taiwán	Chow <i>et al.</i> (1980)

8.1. *Sarocladium oryzae* (sawada) w. gams y d. hawksw

Clasificación taxonómica. Esta enfermedad fue descrita por primera vez por Sawada en 1912. Se reportó primero en Taiwán y, posteriormente, fue considerada un problema fitopatológico serio en África. El organismo que lo causa se clasificó primero como *Acrocyndrum oryzae*. Actualmente se conoce como *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams et D. Hawksw.

Reino: Hongos

Filo: Ascomycota

Clase: Ascomycota

Orden: Sordariomycetes incertae sedis

Familia: *Hypocreomycetidae incertae sedis*

Género: *Sarocladium*

Especie: *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams et D. Hawksw.

Lesiones y daños. El hongo *S. oryza* ocasiona la enfermedad conocida como Pudrición de la vaina. En los últimos años se ha convertido en una enfermedad importante del arroz. Se ha registrado en numerosos países de Asia, como China, Japón, Taiwán, Tailandia, Filipinas, India e Indonesia. En América se ha señalado como importante en Estados Unidos, México, Colombia y Argentina. En Cuba se informó sobre la misma a finales de 1997.

Se han reportado pérdidas entre 3 y 85% en Taiwán, del 9 al 26% en India, del 52% en Filipinas. En Asia se han reportado reducciones del rendimiento del 3 al 20% por causa de la pudrición de la vaina y puede llegar al 85%.

Los daños que causa en las plantas afectadas incluyen reducción del tamaño de la vaina de la hoja bandera, no emisión de la panícula y reducción del peso de los granos. La enfermedad provoca la pudrición de la vaina de la hoja bandera, afección que impide o restringe la emergencia de la panícula.

Las panículas que logran emerger presentan flores curvas, de color café rojizo a café oscuro. La esterilidad y el vaneamiento de los granos son síntomas que también están ocasionados por la presencia de esta enfermedad. Los granos de plantas infectadas contienen 2,2 µg de ácido helvólico y 1,75 µg de cerulenina por gramo de semilla infectadas, lo cual induce clorosis y reduce la viabilidad de las semillas y la salud de las plántulas.

El hongo penetra en la planta por los estomas o por heridas y en ocasiones atravesando el tejido de la vaina. Se han presentado también infecciones secundarias debidas al inóculo transportado por el viento. El hongo tiene un micelio blanco y conidióforos verticales con una o dos ramificaciones. En la parte terminal de los conidióforos se forman las conidias, las cuales son cilíndricas y en algunas ocasiones curvas, hialinas y unicelulares.

Con el tiempo el micelio se torna de color salmón. Si la humedad relativa es alta, el hongo desarrolla una capa blanca compuesta por micelio u conidias entre la vaina infectada y el tallo. El micelio de *S. oryzae* es capaz de sobrevivir en residuos de cosecha y en la semilla. Este patógeno tiene como hospedero alternativo algunas malezas y el bambú. *S. oryzae* provoca una reducción en la germinación del arroz entre 11 y 32% y retarda de 7 a 11 días esta fase del cultivo. Cuando la intensidad de la enfermedad es severa, el manchado de las panículas puede ser del 78 al 100%.

Una vez que ha penetrado en la planta crece intracelularmente. El daño causado por ácaros, barrenadores del tallo y las chinches favorece el desarrollo de la enfermedad. Esta también es favorecida por altos niveles de nitrógeno, altas densidades de siembra, humedad relativa superior al 90% y temperaturas que oscilen entre 20 y 25 °C.

Los efectos nocivos que induce *S. oryzae* en las plantas de arroz son la reducción de la translocación de los nutrientes desde las hojas al grano y el bloqueo de la emergencia de la panícula. Lo que directamente afecta la formación de los granos. Los componentes del rendimiento que se afectan son: reducción del peso de los granos de las panículas enfermas que puede llegar del 53 al 79%, las panículas que se afectan pueden estar en el orden del 18 al 33% del total de las cosechadas y los estimados de las pérdidas de los rendimientos del 9 al 25 %.

Se conoce que *S. oryzae* es capaz de sobrevivir en restos de cosechas de 2 a 6 meses, en dependencia de las condiciones ambientales. Por lo que las socas juegan un papel importante como fuente inóculo para los retoños y, por tanto, son un reservorio del patógeno en los campos para la transmisión y epidemiología de la enfermedad. Se ha encontrado asociación entre *S. oryzae* con la presencia de la chinche *Leptocorisa acuta*, y los ácaros tarsonémidos *S. spinki* y *S. madecassus*. En ese sentido, en Cuba se ha apreciado una marcada relación entre esta enfermedad y el ácaro *S. spinki*.

Reconocimiento en campo. Los síntomas comienzan como una lesión oblonga, márgenes irregulares color marrón, con centro de color pajizo formando un parche, principalmente en el extremo superior de la vaina de la hoja que envuelve la panícula. Se pueden observar también muchos puntos necróticos que se unen en el extremo superior de la vaina. En los casos donde la intensidad de ataque es muy elevada, se observa que la necrosis del extremo superior de la vaina se extiende y da lugar a una necrosis total y completa de la vaina de color rojo violáceo (Fig. 6).

La fenología del cultivo juega un papel importante en la manifestación de los síntomas por *S. oryzae*. Este patógeno se transmite por las semillas infectadas, lo cual constituye la primera vía de infección en los campos. En la fase de ahijamiento activo se mantiene sistémicamente en la planta, de manera tal que su aparición solo es observable en el campo cuando el arroz está en fase de paniculación. El incremento es mayor a medida que se acerca a la cosecha. Las plantas son más susceptibles desde el macollamiento hasta el estado lechoso del grano. Una infección en este periodo del desarrollo causa una reducción notable del rendimiento.



Figura 6. Sintomatología causada por el complejo *Sarocladium-Helminthosporium*. Tomado de J. Zaldívar M. INTA. Costa Rica.

La intensidad de la enfermedad está muy asociada a factores entomológicos, a tal punto que esta relación se ha convertido en una estrategia para la búsqueda de materiales de arroz genéticamente resistentes a esta enfermedad. Entre las especies informadas se relacionan a: los ácaros *S. spinki* y *S. madecassus*, las chinches *Brevennia rehi* (Lindinger) y *Leptocorisa acuta* (Thunb) y el barrenador del tallo. Ciertas condiciones del cultivo, principalmente la fertilización, influye de manera directa en la incidencia y la severidad de la enfermedad.

Los incrementos en las dosis de nitrógeno aumentan la incidencia de la enfermedad, tanto de fondo como foliar, mientras que los incrementos en las dosis de potasio hasta 200 kg, y las aplicaciones foliares de sulfato de calcio, cloruro de potasio o sulfato de zinc, redujeron la incidencia de la enfermedad.

También se ha investigado la interacción en *S. oryzae* y algunos patógenos del arroz, lográndose establecer que *O. oryzae* restringe el crecimiento de *Sclerotium oryzae* Catt. y *Gaeumannomyces graminis* var. *Gramini* (Sacc.) Arx & D.L. Olivier, mientras que no se ha observado afectaciones a otros patógenos como *Rhizoctonia solani* (Kühn) y *Pyricularia grisea* (Sacc.)

Manejo de la enfermedad. Las variedades de arroz muestran diferentes grados de susceptibilidad a *S. oryzae*. En un estudio realizado en Cuba se registraron intensidades de ataque de 70 a 89% en las vainas, con un manchado de las panículas entre 75 y 88%. La variedad que más contribuyó al manchado fue la 2084. Como intermedias se clasificaron IACuba 23, IACuba 19, IACuba 22 y IACuba 15. Finalmente, las menos manchadas fueron Perla de Cuba, J 104, IACuba 24, IACuba 17, IACuba 16 y Reforma. Las variedades de

mayor transmisión de *S. oryzae* –a través de la semilla– fueron Perla de Cuba, J 104, 2084 y Reforma.

La desinfección de la semilla contribuye significativamente a los indicadores de rendimiento con un peso mayor de 1000 granos, disminución del porcentaje de vaneado y, por tanto, la pérdida de peso por este concepto. Los tratamientos químicos más efectivos en Cuba para el control de hongos de semillas fueron: benomilo (150 ia/100 kg de semillas), carbendazim (150 ia/100 kg de semillas), azoxystrobin (25 y 50 g ia/100 kg de semillas), triadimenol (50 y 75 g de ia/100 kg de semilla), la mezcla de triadimenol + tebuconazol (Silvacur Combi EC 30) (11+34 g de ia/100 kg de semilla) y fludioxonil (100 g de ia/100 kg de semillas).

El control biológico es una estrategia promisoriosa en el manejo de la enfermedad. Se probó que la protección de las semillas de arroz con *Trichoderma harzianum* Riley (cepa A34) y *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn (cepa A38) redujeron las infecciones del patógeno, con incrementos de la germinación y vigor de las plantas como una opción más dentro de las medidas de control. Las cepas de *B. subtilis* 1L y 1R lograron controlar alrededor del 60% de la infección por este hongo en las semillas de arroz artificialmente inoculadas.

El tratamiento de las semillas con antagonistas del género *Trichoderma* proporciona un buen control de las enfermedades en etapas tempranas del desarrollo de las plantas, por lo que una cobertura adecuada de las semillas con biopreparados de este género puede garantizar satisfactoriamente el control de patógenos presentes tanto en las semillas como en el suelo.

La cepa A34 de *T. harzianum* –cepa estándar de la producción que se elabora en los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógeno (CREE) de Cuba– para las aplicaciones de los sustratos en los semilleros y para las semillas que siembran las empresas y organopónicos, mostró una buena efectividad frente a *S. oryzae*.

Asimismo, existen estudios realizados en Cuba donde se demuestra que el aislamiento de *T. harzianum* A34 está recomendado para combatir los patógenos fúngicos en hortalizas. Esto porque es capaz de proliferar en el suelo a partir de semillas tratadas y colonizar el sustrato antes de que se desarrolle el sistema radical de numerosas plantas, como las del pimiento y el tomate. De manera tal que después de 18 días de la germinación, el crecimiento de la raíz alcanza entre 1,5-3,5 cm como promedio y, sin embargo, la profundidad registrada en el suelo por *T. harzianum* A34 es superior, asegurando una protección adecuada de la rizosfera.

Esto indica que los tratamientos preventivos en las semillas pueden garantizar una proliferación de *Trichoderma* en el suelo. En este sentido, se ha señalado que después de proteger las semillas de cultivos con *Trichoderma*, aumenta la población de este hongo en la rizosfera de las plantas. Esto con una debida protección hacia la presencia de los patógenos en la zona radical.

Se recomienda aplicar el control químico solo cuando sea necesario. Al evaluar la acción de 19 fungicidas *in vitro* a 50, 100 y 200 ppm de i.a. contra *S. oryzae*, se pudo comprobar que entre los mejores en el control del crecimiento de este hongo se encontraba Benomilo PH 50. En un estudio realizado en Colombia, se ensayaron los fungicidas Octave PH 50, Derosal 50

SC, Moncut SC 20, siendo el primero, Octave PH 50, (procloraz) el más eficiente para inhibir el crecimiento del micelio del hongo. Los ensayos realizados a nivel de microparcels demostraron el efecto protectante (90%) y curativo de Octave, el cual fue corroborado con las aplicaciones realizadas a los 75 días después de la germinación, cuando se redujo la incidencia de la enfermedad en un 92%.

En Cuba, Amistar SC 25 EC (azoxystrobin) a 0,48 L/ha, Silvacur Combi CE 30 (triadimenol + tebuconazol) a 0,5 L/ha, y Anvil SC 25 EC (hexaconazol) a 0,5 L/ha, fueron los más eficaces en el control de *S. oryzae* en campo y, en general, donde están incluidos azoxystrobin y los triazoles muestran un buen nivel de control. Principalmente en el momento del embuchamiento y al 10% de la emisión de la panícula.

Para manejar y evitar un ataque de pudrición de la vaina se contemplan las siguientes recomendaciones: Sembrar variedades tolerantes en áreas muy infectadas por el hongo.

- b. Emplear semillas de buena calidad, que estén libres de patógenos.
- c. Evitar una densidad de siembra muy alta y un desequilibrio de nutrientes en el suelo.
- d. Desechar herbicidas que puedan causar daño físico a las plantas, ya que el patógeno puede penetrar por las heridas.
- e. Evitar que el cultivo sufra estrés.
- f. Destruir adecuadamente los residuos de cosecha de cultivos que hayan sido muy infectados por el hongo y las posibles malezas hospedantes.
- g. No descuidar el control de los insectos que atacan al arroz (barrenadores, chinches, ácaros y sogata).

8.2. *Burkholderia glumae* (kurita y tabei) urakami et al.

Clasificación taxonómica. El género *Burkholderia* fue instituido en 1992 y está conformado por especies previamente incluidas en el género *Pseudomonas*. Para el año 2009 habían sido reportadas 59 especies, las cuales se caracterizan por ser bacterias Gram-negativas, pertenecientes al Filo β -Proteobacteria, tener forma de bacilo, un metabolismo oxidativo y ser móviles. La posición taxonómica es la siguiente:

Reino: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Beta Proteobacteria

Orden: Burkholderiales

Familia: Burkholderiaceae

Género: *Burkholderia*

Especie: *Burkholderia glumae* (Kurita y Tabei) Urakami et al.

Esta bacteria se asocia al suelo, la rizosfera y la superficie de diversas plantas donde se considera epífita, sin provocar daño al hospedero, pero constituyendo un importante reservorio que puede dar origen a patologías bajo ciertas condiciones en numerosos cultivos. Además, esta especie es causante del marchitamiento en muchos cultivos como tomate, chile, berenjena, papa y girasol.

Lesiones y daños. La temperatura óptima de crecimiento de *B. glumae* es relativamente alta (30-35 °C), lo cual explica los reportes que indican que la temperatura alta, especialmente la temperatura nocturna, durante el estado crítico, favorece el desarrollo de epidemias de Añublo bacteriano de la panícula. La temperatura también puede actuar de manera indirecta, puesto que un aumento de la temperatura nocturna genera mayor respiración en las plantas. Lo que causa un incremento en la utilización de productos fotosintéticos además de un decline exponencial en la actividad. Esto posiblemente predisponga la planta al ataque de *B. glumae*.

Burkholderia glumae es la bacteria responsable de la enfermedad conocida como añublo o pudrición bacteriana que afecta la panícula del arroz, provocando grandes pérdidas económicas, anualmente de hasta 40% de la producción en los países productores del grano.

Se conocen varios factores de virulencia en *B. glumae*, entre ellos: la catalasa, la biogénesis flagelar, un sistema de secreción tipo III y una fitotoxina llamada toxoflavina. Sin embargo, el principal mediador de daño es la toxoflavina. Esta fitotoxina actúa como un transportador de electrones entre NADH (Nicotinamida Adenina Dinucleótido fosfato + Hidrógeno) y el oxígeno sin la intermediación de los citocromos, generando peróxido de hidrógeno.

La toxoflavina es altamente tóxica para diversos tipos de células, provocando daño tisular. La producción de la toxina depende de dos factores: la biosíntesis de la toxoflavina en *B. glumae* depende de la temperatura y ocurre entre 30 °C y 37 °C (a temperaturas inferiores a ese rango puede suceder la multiplicación bacteriana, pero sin darse la síntesis de la toxina) y, por otro lado, la síntesis de la toxoflavina depende de la densidad de la población bacteriana.

De esta forma, cuando *B. glumae* se encuentra sobre las plantas en densidades bajas no causa daño al tejido vegetal. Cuando la población bacteriana tiene una alta densidad, superior a 1×10^8 bacterias por mililitro, se inducen los factores de patogenicidad y el grado de daño en la planta es alto.

El daño causado por *B. glumae* en las plantas depende de su capacidad para multiplicarse abundantemente, lo cual, a su vez, depende de las condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes. La enfermedad se desarrolla solamente en condiciones de alta temperatura, especialmente por la noche, aunado a alta humedad relativa y con precipitaciones frecuentes. La bacteria se puede multiplicar sobre la superficie de las panículas emergentes y sobre las flores después de abrirse.

La multiplicación bacteriana en altas densidades genera la producción de la toxoflavina, la cual, mediante generación de peróxido de hidrógeno, provoca daño tisular y una obstrucción de los haces vasculares en las plantas de arroz, impidiendo la llegada de monosacáridos y disacáridos esenciales para la formación del almidón en la panícula. La obstrucción de los haces vasculares reduce el crecimiento del follaje y tejido radical en las plántulas e induce síntomas de clorosis en las panículas en la fase de formación del grano, siendo responsable de causar marchitez bacteriana.

En 1989 se vieron afectadas 900,000 hectáreas en la isla de Kyushu, Japón. Posteriormente, en Louisiana, Estados Unidos, entre 1995 y 1998, se

presentó incidencia severa, con pérdidas del 40% de la cosecha, al igual que en otras zonas arroceras de Estados Unidos. Otros países donde ha sido informada son: Taiwán, Colombia, Vietnam, Sri Lanka, Malasia, Filipinas, Nepal, Corea, Panamá, Indonesia, Tailandia, Tanzania, Cambodia, Nicaragua, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Venezuela, Bolivia y Perú.

El principal hospedante de esta bacteria es *O. sativa*, pero también se ha reportado causando daños en: *Allium cepa* L. (cebolla), *Solanum lycopersicum* L. (tomate), *Sesamum indicum* L. (ajonjolí), *Solanum melongena* L. (berenjena) y *Capsicum* sp. (pimentón picante).

Reconocimiento en campo. *Burkholderia glumae* es una bacteria que se transmite principalmente mediante semillas infectadas y es por medio de esta que se disemina a diferentes regiones, debido a la exportación e importación de semilla. Invade las semillas germinadas, inhabilita las raíces y las vainas inferiores y de esta manera empieza a crecer sobre la planta como un organismo epífita. La sintomatología se presenta durante la floración, cuando la bacteria se multiplica activamente al invadir las espigas a través de las estomas o de pequeñas heridas en la epidermis de las glumas.

Posteriormente, coloniza las espigas y se multiplica rápidamente utilizando los azúcares que son necesarios para el desarrollo del grano. Hay evidencia que sugiere que esta enfermedad es transmitida por semilla, desde plantas infectadas en el año previo a la siembra. La bacteria se localiza en la parte basal del folículo y al interior de la lema del grano de arroz, pudiendo sobrevivir dentro de la semilla hasta por tres años.

Esta enfermedad se caracteriza, en el arroz, por la presencia de panículas color café o decoloradas debido a un proceso de clorosis, las flores afectadas detienen el crecimiento o son abortadas por la planta, las panículas afectadas pueden tener pocas o todas las flores enfermas, los granos pueden mostrar diferentes grados de decoloración dependiendo de la intensidad de la infección (Fig. 7).

Burkholderia glumae es un componente más del complejo ácaro-hongo-bacteria. Esta enfermedad provoca esterilidad de las espiguillas y decoloración en los granos. La bacteria inicialmente coloniza la hoja bandera, invade las espiguillas llegando a causar la pudrición del grano.

Manejo de la enfermedad. La solarización se ha probado con resultados satisfactorios para eliminar a *B. glumae* de semillas de arroz en Panamá. Las semillas requirieron ser expuestas al sol durante 18,35 horas para eliminar la bacteria. La adición de cubiertas plásticas transparente o negra no contribuyó a eliminar la bacteria en menor tiempo de solarización.



Figura 7. Sintomatología causada por *Burkholderia glumae*. Tomado de J. Zaldívar M. INTA. Costa Rica.

Con la utilización de calor seco en el tratamiento de la semilla (50 °C), se logró identificar varios tratamientos que eliminan la bacteria *B. glumae* de la semilla. Entre ellos, destaca el tratamiento de una hora de calor seco, más 24 horas de descanso. Repitiendo este procedimiento dos veces más. Este tratamiento resulta el más económico y, a la vez, el más factible para implementar en las secadoras de arroz existentes. Ambos tratamientos pueden ser igualmente efectivo frente a *Pseudomonas fuscovaginae* Sheath, otra bacteria que con frecuencia ha sido asociada a *S. pinki* en los países centroamericanos.

El ácido oxolínico ha demostrado ser, hasta el momento, el producto más efectivo para inhibir el crecimiento y reducir la población de la bacteria *B. glumae* en el cultivo de arroz. Sin embargo, el manejo integrado puede ser una opción adecuada para los productores. A continuación, se pormenoriza la secuencia de las labores para el manejo integrado del añublo bacterial:

- a. Seleccionar materiales tolerantes para la siembra.
- b. Utilizar semilla certificada.
- c. Sembrar en la época de menor riesgo ambiental.
- d. Permitir el descanso de lotes.
- e. Eliminar o desbrozar los tamos y residuos de cosecha.
- f. Promover la rotación de cultivos.
- g. Evitar la siembra en suelos compactados, utilizar la densidad recomendada y la nutrición adecuada para cada variedad.
- h. En la nutrición se debe tener en cuenta no excederse con el nitrógeno y realizar la fertilización usando la interacción orgánica-inorgánica.
- i. Evitar los estreses a la planta de arroz y no aplicar herbicidas hormonales tardíos.

- j. No sembrar en la época de baja oferta ambiental para el cultivo y de mayor riesgo por la presencia del añublo bacterial.

En Colombia se ha demostrado que las épocas de la segunda siembra se deben realizar entre los meses de noviembre y diciembre para que la floración del cultivo no coincida con la época de mejor oferta ambiental para la bacteria, como son: alta temperatura, bajo brillo solar, altas precipitaciones y alta humedad relativa; las cuales se presentan entre los meses de abril, mayo y junio. Los rendimientos en las cosechas de los agricultores que han sembrado en las fechas recomendadas han mejorado considerablemente.

9. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE *Steneotarsonemus spinki*

9.1 Control cultural: en Cuba se valoraron un conjunto de labores culturales que tuvieron un efecto positivo en la disminución de la fuente de inóculo, el retraso en la llegada a la planta y la disminución de los incrementos poblacionales de *S. spinki* en arroz.

El manejo de la densidad de plantas o el espaciamiento entre ellas es un factor que debe tomarse en consideración en la siembra del arroz. Esto debido que en el cultivo se utilizan altas densidades de siembra, siendo este un factor importante en los costos de producción. La mayoría de los productores utilizan las densidades de siembra recomendadas, de acuerdo a las variedades, cuando la semilla es certificada. En caso contrario, la “semilla tambucho” tiende a incrementar la densidad de siembra –como medida de compensación– trayendo como consecuencia, el incremento de los problemas fitosanitarios en el cultivo y alta infestación de maleza en sus campos.

En Cuba, se demostró que a medida que aumentó la dosis de semilla de 68 kg/ha a 170 kg/ha, aumentó significativamente la población del ácaro, de 5,3 y 12,8 ácaros por vaina a 9,5 y 17,8 ácaros por vaina, en las variedades IACuba 27 y IACuba 28, respectivamente. Mientras que en la variedad LC 88-66 no se observó variación en la población por tener resistencia más estable a este ácaro.

Igualmente se constató que los rendimientos decayeron significativamente de 9 t/ha con densidades de 20 plantones por m² hasta 4,3 t/ha con más de 80 plantones/m². Esta disminución de los rendimientos se justifica por el incremento del porcentaje granos vanos que se observó (desde 16% hasta 31%). Una explicación de este comportamiento se sustenta por las características bioecológicas de este tarsonémido, ya que la ocurrencia de esta especie se afecta con la incidencia de los rayos solares, con la disminución de la humedad relativa y por la existencia de una menor superficie foliar que no favorece la dispersión del ácaro.

También se ha informado que el incremento de las dosis de nitrógeno favorece el aumento poblacional de *S. spinki*, observándose aumentos desde 3,9 a 12,2 y de 12,7 a 26,1 ácaros adultos/vaina, al incrementarse la dosis de este elemento desde 0 kg/ha a 160 kg/ha. En la variedad LC-88-66 no hubo variación de la población del ácaro con el aumento de la dosis de nitrógeno, debido a su tolerancia al ácaro.

Se ha señalado que la fertilización nitrogenada en las plantas induce la producción de aminoácidos, enzimas y otros metabolitos que favorecen la alimentación de plagas y el crecimiento de sus poblaciones, por lo que este elemento debe ser utilizado en dosis y fraccionamiento que estén acorde con los rendimientos que se van a alcanzar.

En Costa Rica, a través de diferentes ensayos de campo, se determinó que un sistema de riego, en estación seca con mayor cantidad de radiación solar, los niveles de nitrógeno pueden ubicarse entre los 180 y 220 kg de N/ha y densidades entre los 92 y 100 kg de semilla/ha. Para la estación lluviosa con riego, los niveles de nitrógeno se ubicaron entre los 115 y 145 kg N/ha, con densidades de 92 a 110 kg de semilla/ha. Mientras que, en el sistema de secano, los niveles de nitrógeno se ubicaron en el rango de los 100 a 125 kg de N/ha, a densidades entre los 115 y 125 kg de semilla/ha.

Sin embargo, en Nicaragua, las densidades de siembra no marcaron diferencia significativa en los rendimientos, pero sí los niveles de nitrógeno, incrementándose significativamente cuando se fertiliza con 120 kg de nitrógeno/ha. Los acumulados de ácaros adultos resultaron numéricamente mayores cuando se aplicaron 200 kg de nitrógeno. Las densidades de siembra no incidieron en el número de ácaros encontrados en las parcelas. La altura de planta resultó indiferente para las densidades de siembra evaluadas, en cambio los niveles de nitrógeno sí provocaron diferencia significativa a favor de 160 kg/ha, la menor altura se obtuvo con 80 kg/ha.

De igual forma, se reporta que la existencia en mayor o menor medida de un déficit de agua, deprime las poblaciones del ácaro, lo cual se justifica por la diferencia de humedad relativa en la zona de ubicación del ácaro. Según las investigaciones realizadas, tanto en China como en Cuba, este es un factor limitante del crecimiento de la población de *S. pinki*.

Asimismo, se ha comprobado la diseminación de *S. pinki* por el agua de riego, a partir de que el mismo se transporta sobre restos vegetales como anteras y otras partes de las plantas que circulan corriente abajo. Lo que fue comprobado al observar las muestras al microscopio y corroborar que el ácaro estaba presente aproximadamente en un 25% de ellas. Además, este fitófago se puede desplazar también a cierta distancia sobre el agua, propiamente.

Los residuos de la cosecha son otro elemento a considerar. Estos se pueden tratar de diferentes maneras. Una de las formas más utilizada es la mecánica. Las otras maneras de desechar los residuos se distribuyen entre la aplicación de productos químicos, el uso del fuego y el pastoreo de diferentes especies de animales. En Cuba, se estableció la eliminación de los restos de plantas de arroz y arroz rojo 25 días antes del inicio de la siembra, tanto en el área a sembrar como en diques y zonas aledañas.

Las condiciones ambientales, tales como las altas temperaturas y humedad relativa, son factores detonantes para que los organismos causantes del complejo ácaro-hongo-bacteria se activen y provoquen el daño en el cultivo de arroz. Es importante evitar las fechas en que las condiciones son más propicias para el desarrollo de los organismos patogénicos.

El ajuste del calendario de siembra (evitando la coincidencia de los periodos más sensibles de la planta con los meses de mayor potencial de multiplicación del ácaro), la utilización de una política varietal adecuada a esta

situación, unido a otras medidas hicieron posible que el ácaro –aunque estaba presente en los arrozales– no provocara una reducción de los rendimientos tan drástica como la observada en los primeros años de su aparición.

En Costa Rica, se ha pretendido que el productor logre ajustar la preparación del terreno y los ciclos de siembra para que coincidan con la época de mayor radiación. Se recomienda que las variedades de ciclo tardío, que generalmente alcanzan los 130 días a cosecha, se siembren a partir del 1 de noviembre hasta el 15 de diciembre. Para las variedades de ciclo intermedio se sugiere un periodo de siembra entre el 1 al 31 de diciembre.

En cuanto a las variedades de ciclo precoz la fecha de siembra recomendada abarca desde el 15 de diciembre hasta el 15 de enero. Lo anterior tiene como objetivo que las fechas de siembra de las variedades coincidan con la fase crítica de la radiación solar. Además, estas fechas permiten al productor tener un lapso suficiente de tiempo, entre la cosecha y la siembra, para romper los ciclos biológicos de enfermedades, insectos, roedores y otras plagas que afectan el cultivo. En la época lluviosa se recomienda sembrar las variedades de ciclo intermedio-tardío entre el 15 de julio y el 15 de agosto, mientras que las de ciclo precoz deben sembrarse entre el 30 de julio y el 15 de agosto.

9.2 Control fitogenético: Consiste en el uso de variedades resistentes o tolerantes frente a una plaga determinada. Este constituye la mejor estrategia y a menudo la más barata para su manejo. Esta resistencia se clasifica en diferencial, vertical o específica y general, horizontal o inespecífica. En el primer caso la planta puede ser resistente a una raza o cepa del organismo y susceptible frente a otras. En este tipo la herencia es monogénica o oligogenética, por tanto, generalmente el proceso es más corto para obtenerla, pero también es menos estable.

Por su parte en la resistencia horizontal, es independiente de la raza o cepa del fitófago, por lo cual una variedad es resistente contra todas las razas o cepas. Eso hace que sea más estable. En este tipo la herencia es poligénica y depende más de los factores ambientales.

La resistencia de las variedades constituye la más antigua y persistente base del control de plagas. Desde el punto de vista práctico, se considera una variedad resistente si produce una mayor cantidad y mejor calidad de su cosecha que otra variedad que crece bajo las mismas condiciones, y expuestas a poblaciones similares de una plaga determinada.

La resistencia genética debe ser siempre una de las alternativas a considerar en un programa de control integrado de plagas, la cual fácilmente se puede integrar con los controles biológicos, las medidas culturales, el control químico y las prácticas orgánicas.

Ante la presencia de *S. pinki* en Cuba se desarrolló un programa para la identificación y/o obtención de variedades con resistencia al ácaro y a los patógenos asociados, causantes del síndrome del vaneado del grano y pudrición de la vaina de arroz. Como estrategia central se establecieron las siguientes líneas de acción:

1. Creación y/o puntualización de la metodología de evaluación.
2. Determinación de fuentes de resistencia.

3. Creación de variabilidad genética.
4. Evaluación de variedades comerciales y precomerciales y germoplasma avanzado disponible.
5. Determinación del manejo adecuado para potenciar la expresión de la resistencia.

Los estudios realizados permitieron establecer al manchado del grano, el manchado de la vaina y porcentaje de vaneos, como criterios de selección en la metodología para evaluar la resistencia de las variedades al síndrome del vaneado del grano y pudrición de la vaina. También se definió que debía haber entre 17 y 19 ácaros/planta para dar por certera la evaluación, al existir el número de ácaros necesarios para producir los daños de susceptibilidad. A partir de estos criterios de selección y la metodología propuesta por Hernández-Concepción (2004) se evaluaron 2735 materiales, de los cuales fueron seleccionados 627, para un 23% del total evaluado.

Este autor identificó como probables mecanismos de resistencia los siguientes:

Antixenosis. Se encontraron cultivares en los cuales no hay establecimiento del tarsonémido, al no registrarse población alguna en ellos.

Antibiosis. Se encontraron variedades o líneas en las cuales el ácaro se estableció, pero solo se contaron adultos con muy baja presencia de huevos y menor aún de larvas, con lo cual la población no puede alcanzar el nivel de daño económico.

Tolerancia. Es la habilidad de una planta para soportar el daño que le causa el ácaro. El mecanismo es una reacción de compensación de la planta al daño causado por el ácaro, convive con la plaga y neutraliza, en parte, el daño recibido. En el caso de la tolerancia se estimó que puede existir también, pero resulta difícil de precisar, ya que en muchos casos puede estar enmascarada con el escape.

Al realizar la evaluación de variedades de arroz de ciclo corto y medio, se consideraron promisorias las variedades IACuba-27, IACuba-28 y Reforma, con valores promedio que oscilaron entre 1,0 y 18,3 ácaros/planta. En cambio, la variedad Perla de Cuba con 78,0 ácaros/planta presentó un mayor número de ácaros. Lo que demuestra la susceptibilidad que presenta esta variedad frente a la plaga.

También, al evaluarse la respuesta de cinco variedades con respecto a *S. pinki* y la pudrición de la vaina producida por el hongo *S. oryzae*, las variedades INCA LP-5 y Reforma presentaron los mejores resultados en las etapas de primavera, con un menor número de ácaros/planta, baja incidencia de *S. oryzae*, menor nivel de manchado de granos y un mayor rendimiento agrícola; mientras que Perla de Cuba e IACuba-28 fueron más afectadas por el ácaro.

En ensayos con diferentes variedades de arroz, en las condiciones de Cuba, se encontró que las variedades LC-88-66, Reforma, IACuba 28, LP-7, LP-5, IACuba 27 y IACuba 22, fueron las que mostraron niveles de tolerancia superiores a esta plaga. En todos los casos, en las siembras en primavera, *S. pinki* produce más afectaciones que en las siembras invierno, acortándose el momento de aparición del ácaro.

Como resultado de un proyecto financiado por FONTAGRO, se concluyó que el desarrollo de germoplasma mejorado con tolerancia a los principales factores bióticos y abióticos, con énfasis en los organismos causantes del complejo ácaro-hongo-bacteria, es la estrategia más pertinente y económica para enfrentar esta y cualquier otra problemática fitosanitaria en el futuro. Razón por la cual, a este objetivo, dedicaron el mayor esfuerzo y recursos financieros y humanos, para evaluar el germoplasma de los países involucrados en el proyecto. Esto con el propósito de identificar los genotipos más tolerantes a estos factores bióticos.

Para esto se hicieron cruzamientos entre variedades comerciales de la región y progenitores tolerantes provenientes de Taiwán. Entre los resultados más relevantes estuvieron la liberación, por el IDIAP, de tres variedades que en el 2008 cubrían el 36% de la superficie sembrada. Mientras que en el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Nicaragua se han identificado tres líneas promisorias, donde sobresale INTA Fortaleza Secano y SENUMISA. Costa Rica registró tres variedades a nivel comercial (FEDEARROZ 50, CFX 18 y CR 4477).

9.3 Control biológico: Los ácaros depredadores y los hongos entomopatógenos son dos componentes de los programas de manejo integrado implementados para *S. spinki* en diferentes países. En Cuba y otras naciones de la región, de forma natural, se ha determinado un complejo de ácaros depredadores asociados con *S. spinki*, en diferentes agroecosistemas arroceros, encontrándose la familia Phytoseiidae como la mejor representada (Cuadro 6).

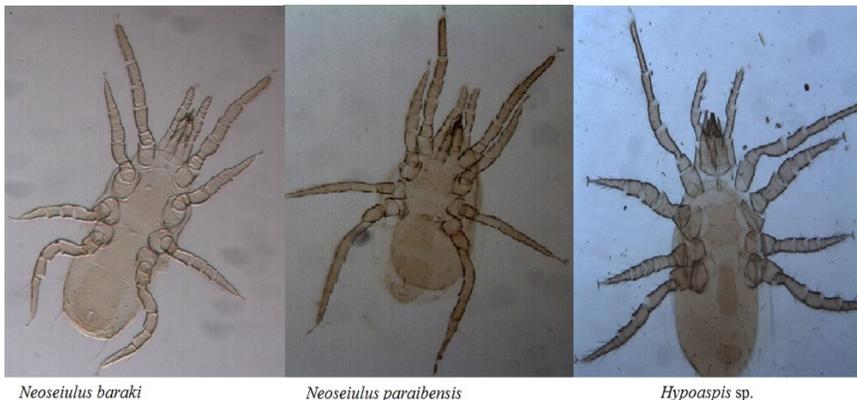
Los movimientos poblacionales de estos depredadores coincidieron, de modo general, con los de la plaga. La presencia de estos enemigos naturales en la vaina de la planta puede alcanzar valores de 0 a 3,3 depredadores por planta como promedio. En la figura 8 se muestran tres de las especies de ácaros depredadores encontrados con mayor frecuencia en asociación con *S. spinki*.

Cuadro 6. Ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki* en diferentes países. Confección propia.

Familia	Especie	País	Referencia
Phytoseiidae	<i>Amblyseius taiwanicus</i> Ehara	India	Lo y Ho (1979; 1980)
	<i>Proprioseiopsis aetus</i> (Chant)	Cuba	Ramos y Rodríguez (1998), Rodríguez <i>et al.</i> (2009), Rodríguez <i>et al.</i> (2013)
	<i>Neoseiulus baraki</i> Athias-Henriot	Nicaragua	Ramos y de Moraes (2007), Rodríguez <i>et al.</i> (2013)
	<i>Neoseiulus paraibensis</i> (Moraes y McMurtry)	Cuba, Costa Rica, Nicaragua Panamá	Ramos y de Moraes (2007), Rodríguez <i>et al.</i> (2013)
	<i>Neoseiulus paspalivorus</i> De Leon	Cuba, Panamá	Rodríguez <i>et al.</i> (2009)

	<i>Neoseiulus longispinosus</i> (Evans)	Nicaragua	Rodríguez <i>et al.</i> (2013)
	<i>Galendromimus alveolaris</i> (De Leon)	Cuba	Ramos y de Moraes (2007)
	<i>Galendromus</i> sp.	Cuba	Ramos y Rodríguez (1998)
	<i>Typhlodromus</i> sp.	Cuba	Ramos y Rodríguez (1998)
Blattisociidae	<i>Aceodromus asternalis</i> Lindquist y Chant)	Cuba	Ramos y de Moraes (2007) Rodríguez <i>et al.</i> (2009)
	<i>Proctolaelaps bickleyi</i> Bram	Cuba	Ramos y de Moraes (2007)
	<i>Lasioseius</i> sp.	Cuba	Ramos y de Moraes (2007)
	<i>Lasioseius parberlesei</i> Bhattacharyya	India	Lo y Ho (1979; 1980)
	<i>Cheiroseius serratus</i> (Halbert)	China	Tseng (1984).
	<i>Cheiroseius napalensis</i> (Evans y Hyatt)	China	Tseng (1984).
Ascidae	<i>Asca pineta</i> De Leon	Cuba	Ramos y de Moraes (2007)
	<i>Asca</i> sp.	Nicaragua	Rodríguez <i>et al.</i> (2013)
Laelapidae	<i>Hypoaspis</i> sp.	Cuba, Panamá	Ramos y de Moraes (2007) Rodríguez <i>et al.</i> (2013)
	<i>Pseudoparasitus</i> sp.	Panamá	Rodríguez <i>et al.</i> (2013)

En un estudio realizado para conocer los ácaros depredadores asociados a *S. pinki* en el cultivo del arroz en Costa Rica, Nicaragua y Panamá; se detectaron las especies *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot, *Neoseiulus parabensis* Moraes y McMurtry, *Neoseiulus longispinosus* Evans, *Propioseius asetus* (Chant) (Phytoseiidae) y los géneros *Hypoaspis*, *Pseudoparasitus* (Laelapidae), *Aceodromus*, *Lasioseius* (Blattisociidae) y *Asca* (Ascidae). Las especies pertenecientes al género *Neoseiulus* fueron las más abundantes en los tres países (Fig. 9).



Neoseiulus baraki

Neoseiulus parabensis

Hypoaspis sp.

Figura 8. Ácaros depredadores encontrados con frecuencia asociados con *S. pinki* en la región.
Fotos: Evelyn I. Quirós.

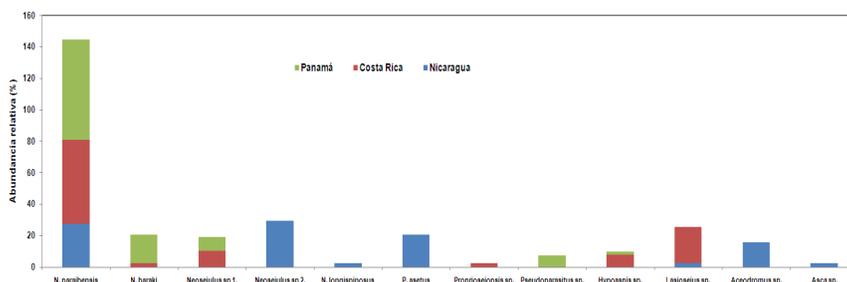


Figura 9. Abundancia relativa, por país, de los ácaros depredadores asociados a *S. spinki*. Muy abundante si la AR > 30, Abundante ≥ 10 AR ≤ 30 y Poco abundante si AR < 10. Tomado de Rodríguez *et al.* (2013).

En la mayoría de los países se destacan las especies pertenecientes al género *Neoseiulus* como las más abundantes. Este resultado puede deberse al relativamente pequeño tamaño de los representantes de este género y a la forma aplanada del cuerpo. Por lo que, al parecer, están morfológicamente adaptados a vivir en espacios restringidos, como el existente entre el tallo y la vaina de la hoja de las plantas de arroz.

La habilidad que tienen estos ácaros depredadores para ocupar la parte interna de la vaina de la hoja, junto a *S. spinki*, ofrece la posibilidad de ser utilizados como agentes de control biológico. No obstante, se requieren estudios futuros para establecer la factibilidad y eficacia de su uso en este agroecosistema. En Cuba, se ha encontrado, de modo general, que la población de los enemigos naturales fue baja en las distintas fechas de siembra y variedades. Rara vez estuvieron presentes en ausencia de *S. spinki*, a pesar de ser depredadores generalistas en la mayoría de los casos.

Esta situación sugiere que las poblaciones de los ácaros depredadores deben manejarse para favorecer su arribo más temprano al cultivo del arroz. Al respecto, se ha sugerido que el manejo de las plantas arvenses asociadas al arrozal puede ser una opción. Esta propuesta se sustenta en la observación de la migración de los ácaros depredadores de las arvenses al cultivo del arroz, una vez que se presentan los incrementos poblacionales de su presa.

Para Asia se han identificado cuatro especies de ácaros depredadores promisorios para el manejo de las poblaciones de *S. spinki*: *Amblyseius taiwanicus* Ehara y *Lasioseius parberlesei* Bhattacharyya, *Cheiroseius serratus* (Halbert) y *Cheiroseius napalensis* (Evans y Hyatt).

Entre los hongos que infectan a este tarsonémido está *Hirsutella nodulosa* Petch, el cual causa 71% de mortalidad, con mayor frecuencia en la temporada de lluvias en Cuba. Otros hongos entomopatógenos que se han informado asociados con *S. spinki* son: *Penicillium* spp. Link, *Cladosporium* Link y *Cephalosporium* Corda.

En un experimento donde se evaluaron más de 16 formulados a partir de *Bacillus thuringiensis* Berliner, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metharhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, *Lecanicillium lecanii* Zare y Gams contra *S. spinki*, se encontró que alrededor del 50% ejercieron una buena acción de control en condiciones de laboratorio. Sin embargo, los resultados obtenidos en semicampo y campo, demostraron que la efectividad de estos productos tiende a disminuir considerablemente.

9.4 Control químico: La mayoría de los productos sistémicos probados no han sido efectivos, por lo que no han sido una vía segura para manejar las poblaciones de *S. pinki*. Los mejores productos son del grupo de los organofosforados. Cuando se utiliza un producto efectivo tiene como ventaja que se alcanza un efecto rápido y económicamente rentable. Sin embargo, pueden dañar a los organismos benéficos, provocar desequilibrio del agroecosistema y afectar a las personas; si no se cumple con las medidas de bioseguridad y generar resistencia de la plaga.

Muchos han sido los productos utilizados internacionalmente para controlar las poblaciones de *S. pinki*. A continuación se relacionan un grupo de productos usados en diferentes países:

- China: Sulfuro de Clorofenil (Chlorfensulphide) + Etofolan (Isoprocarb), Dichlovos, Thiophanato y Dimetoato.
- India: Parathion, Dicofol y Dimetoato.
- Estados Unidos (Florida): Parathion y Dicofol.
- Costa Rica: Profenofos, Deltametrina + Triazofos, Abamectinas.
- República Dominicana: Curacron, Dicofol, Abamectina, Hostation, Kelthane, Imidacloprid.
- Cuba: Triazofos (Hostathion 40 EC al 0,15% PC), Endosulfan (Thiodan 50 PH a 0,2% PC) con adherente 810 al 0,15% (más efectivos para el control, con 15 o más días de protección), Ethoprophos (MOCAP 15 G a 0,5% de PC), el cual fue muy efectivo para la desinfección de posturas de arroz, Diafentiuron, Protiofos, Paration metil, Fludioxonilo FS 312, Yunta FS 246, Biomite y Abamectina.

Este ácaro es de difícil control por sus características etológicas y su alto potencial reproductivo. Por el lugar que ocupa en la planta es casi invulnerable a los productos químicos y biológicos utilizados para su control. La mayoría de los productos químicos sistémicos no son eficaces frente a *S. pinki*, como ha sido demostrado por varios especialistas.

En Cuba, los mejores resultados se encontraron con Triazophos (Hostathion 40 EC al 0,15% PC), Endosulfan (Thiodan 50 PH a 0,2% PC) y Ethoprophos (Mocap) 15 G al 0,5 % PC, en condiciones controladas y de producción. Sin embargo, estos productos son extremadamente tóxicos y poseen una amplia acción frente a los enemigos naturales, lo cual los limita como candidato en un programa de control de este tarsonémido y su utilización debe ser restringida al máximo. En la actualidad Thiodan y Etoprofos fueron retirados del mercado.

Por esta razón, se seleccionaron un grupo de productos químicos más seguros desde el punto de vista ambiental y que ejercieron un control aceptable. Entre ellos se encontraron: Biomite 2.0 CE a 2,0 L/ha, Abamectina 1 CE a 12,0 L/ha, Dicofol 2.0 SC a 1,5-2,0 L/ha o Hidróxido de cal a 2-4 g/L de H₂O.

Se ha demostrado una mayor efectividad de control cuando los acaricidas se aplican junto a un fungicida que controle a *S. oryzae*. Con los tratamientos formados por la mezcla Triazophos+Hexaconazol (1,5+0,7 L/ha) se alcanzó el mayor porcentaje de granos llenos (67,05%) y el menor

porcentaje de granos vanos (22,95%), seguido de Hexaconazol (1,0 L/ha) con 62,03% de granos llenos y 27,97% de granos vanos. Los resultados con estos tratamientos, a su vez, fueron estadísticamente diferentes a los obtenidos cuando solo se aplicaron los acaricidas.

La efectividad de los productos químicos frente a *S. spinki*, está relacionada con el momento óptimo de aplicación, los niveles poblacionales del ácaro, la fenología del cultivo y la época del año; aspectos que deben conocerse profundamente para lograr una elevada eficiencia en el manejo de los plaguicidas en el control de esta plaga.

En Taiwán, un excesivo uso de insecticidas para el control de plagas en arroz, incluyendo al ácaro tarsonémido, resultó en el desarrollo de resistencia, lo cual provocó la necesidad urgente de adoptar nuevas estrategias en el control de plagas del cultivo.

Los estudios de la dinámica poblacional del ácaro *S. spinki* mejoró el nivel de conocimiento sobre esta plaga, que permitieron desarrollar estrategias de control químico, después que se determinó que las pérdidas que ocasionan fluctúan entre 74% en secano y 24% con riego, y que la época más apropiada para el control químico era durante el máximo embuchamiento.

En Cuba, a partir de los resultados de investigación alcanzados en el periodo 1997-2000, se elaboró una propuesta de manejo que contempló la adopción del control legal (regulación de la época de siembra), control cultural (comprendió acciones con relación a la densidad y marco de siembra, la fertilización nitrogenada, el riego, adecuado escalonamiento de las siembras, así como evitar los efectos de la colindancia, por la diseminación a través del viento y el agua de riego), control biológico (priorizar el control biológico de las restantes plagas del cultivo) y el control químico, como última alternativa.

Estas medidas fueron complementadas con la introducción paulatina de las variedades que mostraron una mejor respuesta ante la presencia de *S. spinki*, incluyendo las introducidas con estas cualidades. Las variedades que han mostrado resultados más favorables fueron: LC-88-66, Reforma (introducidas), IA Cuba 28, LP-7, LP-5, IA Cuba 27, IA Cuba 22 y Bolito (de producción nacional).

Además del cambio de variedades, el desplazamiento de mayores áreas de siembra hacia los meses más fríos son componentes imprescindibles para el manejo, según corresponde al análisis epidemiológico del asunto. Este ácaro alcanza sus mayores poblaciones entre mayo y agosto. En septiembre suelen descender con las intensas lluvias, pero puede tener un segundo incremento hasta noviembre en que definitivamente disminuirá sus poblaciones por las bajas temperaturas. Durante los años (2008-2010) sus poblaciones no rebasan el 1% de afectación en los momentos pico (Padrón, 2011), situación que se mantiene hasta 2015.

10. PROPUESTA DE MANEJO INTEGRADO DE *Steneotarsonemus spinki*

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) consiste en la combinación de diferentes técnicas, que, dando prioridad a los métodos biológico, etológico, fitogenético y cultural, restringe el uso de plaguicidas químicos a un mínimo necesario. Con ello se mantiene la población de la plaga por debajo de los niveles en que causaría un perjuicio económico inaceptable para el agricultor.

Para la elaboración e implementación de un Programa de Manejo Integrado de *S. spinki* resulta imprescindible tener un conocimiento profundo sobre la biología y la ecología del ácaro. Los resultados de las pruebas de productos, la efectividad de los métodos de lucha evaluados, los estudios de las fuentes de resistencia de variedades y líneas de arroz, así como de un conjunto de medidas, desde las legales hasta las culturales, que garanticen el éxito de la propuesta.

A continuación, se relacionan un grupo de acciones, que, de forma aislada o como sistema, pueden contribuir a disminuir las afectaciones producidas por *S. spinki* y con ello las de otros posibles patógenos asociados. Las mismas constituyen una guía para productores y técnicos para el manejo del ácaro del arroz. Sin embargo, necesitan ser ajustadas a las condiciones agroecológicas locales y los recursos materiales y financieros disponibles en cada momento. También demanda un proceso de capacitación y adopción de tecnologías, por parte de los productores para re-aprender a cultivar el arroz sobre nuevos presupuestos, donde se transite de las aplicaciones calendarizadas a la implementación de umbrales de tratamiento.

Entre las medidas que pueden adoptarse están las siguientes:

1. Priorizar la utilización de variedades de arroz que hayan mostrado niveles de tolerancia/resistencia aceptables a las afectaciones producidas por el ácaro del arroz y el complejo de patógenos que provocan el manchado del grano; que hayan sido evaluadas en las condiciones de cada país.
2. Recomendar la utilización de variedades de ciclo corto o intermedio, debido a que ofrecen un menor tiempo para el incremento poblacional del ácaro.
3. Utilizar semillas certificadas, con certidumbre de estar libres de organismos patógenos, especialmente de las enfermedades asociadas al manchado del grano y/o realizar la desinfección de las mismas antes de la siembra, por métodos físicos o químicos.
4. Fomentar la siembra por trasplante, que garantiza rendimientos satisfactorios, permite la desinfección de las posturas y con ello se retrasa la llegada del ácaro al cultivo.
5. Practicar, siempre que sea posible, la rotación de cultivos para garantizar la interrupción del ciclo de vida del ácaro y disminuir la carga de inóculo de los patógenos.
6. Garantizar, en las áreas que no se roten con otros cultivos, que la superficie a sembrar esté libre de plantas de arroz, residuos y restos de cosechas, así como de malezas hospedantes alternativos del

ácaro y/o patógenos, entre 25 o 30 días antes de siembra, a través de tratamiento mecánico, químico, pastoreo de animales u otro disponible, que cumpla con igual propósito, ya que constituyen fuentes de inóculos primarios.

7. Mantener libres de plantas de arroz, residuos de cosecha y malezas, los canales de riego, con iguales medios y propósitos, que la superficie a sembrar de arroz.
8. Compactar las siembras, siempre que la tecnología y la disponibilidad de implementos lo permita, para evitar las colindancias desfavorables al cultivo, retardando con ello la llegada del ácaro a las nuevas siembras.
9. Priorizar para la siembra, la época del año que ofrece condiciones climáticas más desfavorables para el incremento poblacional del ácaro y los patógenos (temperatura y humedad relativa más bajas), con énfasis en el periodo comprendido entre noviembre y enero.
10. Sembrar los campos, siempre que sea posible, de forma tal que se evite la diseminación del ácaro a través del agua de riego, de las parcelas de mayor edad a las más jóvenes.
11. Ajustar las dosis de semilla, de tal forma que las densidades de siembra no sean superiores a 130 kg/ha, garantizando una distribución uniforme.
12. Fraccionar las aplicaciones del nitrógeno, con una dosis total que no supere los 130 kg/ha.
13. Monitorear los niveles poblacionales de *S. pinki* para determinar los niveles de acción. De ser posible, los muestreos deben iniciarse a partir de los 20 días después de la germinación hasta la etapa de grano lechoso, con una frecuencia decenal. De no ser posible desde este momento, resulta imprescindible iniciar los muestreos en la fase reproductiva (inicio del primordio floral) hasta la etapa de grano lechoso. Se debe subdividir el campo o lote en tres o cuatro parcelas y en cada una de ellas se determinan los sitios más propensos a ser infestados por el ácaro (borde, colindancias desfavorables, entrada de maquinaria) y de cada sitio se extrae 10 tallos, para sumar una muestra nunca inferior a 30 tallos por muestreo. En los tallos tomados en la fase vegetativa, se determina la cantidad de adultos presentes en la primera y segunda vaina de la hoja a partir de la base del tallo. En los tallos tomados en la fase reproductiva se deben observar las tres primeras hojas con vaina, considerando la hoja superior completamente emergida como la primera. Unido a la presencia del ácaro del arroz, se debe considerar y contabilizar la presencia de ácaros depredadores.
14. Los niveles de acción a considerar para realizar la aplicación de productos químicos pueden ser variables. Puede depender de la época del año, variedad, fase o etapa de desarrollo del cultivo, presencia o no de enemigos naturales. No obstante, se considera que cuando se alcance 5 ácaros promedio por vainas se requiere adoptar una medida de control. Este control debe garantizar que cuando la planta alcance la fase de embuchamiento o panzoneo,

tenga el menor número posible de ácaros en la vaina de la hoja bandera, momento en el cual el fitófago produce las mayores afectaciones en los rendimientos.

15. Aplicar productos químicos acaricidas o insecticidas/acaricidas con demostrada efectividad frente a *S. pinki*. De ser posible seleccionar los de mayor especificidad hacia la plaga y menor impacto ambiental y sobre los enemigos naturales.
16. Aplicar productos químicos fungicidas/bactericidas para los hongos/bacterias causantes del manchado del grano, en especial en las etapas de embuchamiento o panzoneo y emergencia de las panículas.

Según los resultados de las encuestas analizadas, los productos químicos de mayor preferencia por los productores, aunque no los únicos, son:

- a. Para Desinfección de semillas: Carbothin, Captán, Imidacloprid, Fludioxonilo
- b. Contra Ácaros: Triazofos, Dicofol, Deltamethrin, Abemectin, Imidacloprid
- c. Contra Bacterias: Azoxistrobina - Cyproconazole, Sulfato de cobre, Benzotiasol, Ácido ixolínico, Kasugamicina
- d. Contra Hongos: Tebuconazole, Triadimenol, Carbendazim, Tebuconazol, Azoxistrobina, Triadimenol, Benomilo, Azoxystrobin
- e. Contra Insectos: Deltametrina, Profenofos, Dimetoato, Cipermetrina

11. CONCLUSIONES

Este documento constituye una referencia para el Manejo Integrado de *Steneotarsonemus spinki* en el cultivo del arroz, el cual debe ser contextualizado a las condiciones y realidades de cada país. En el mismo se le da prioridad a las medidas culturales y de manejo del cultivo, en función de reducir las afectaciones que produce esta plaga, con el menor costo ambiental posible.

La validación de las acciones propuestas en el presente Manual, bajo las condiciones agroecológicas locales, a través de parcelas demostrativas en los países de la región del OIRSA, posibilitará realizar los ajustes que resulten necesarios, con el objetivo que constituya una guía para el manejo de la problemática provocada por *S. spinki* en el cultivo del arroz.

12. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Aguilar, H., Murillo, P. 2008. Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófagos para Costa Rica: Periodo 2002-2008. *Agron. Costarricense*. 32(2): 7-28.
2. Almaguel, L. 2004. Curso Introductorio de Acarología Aplicada. Memorias: Morfología, taxonomía y diagnóstico fitosanitario de ácaros de importancia agrícola. Segunda edición. INISAV, La Habana Cuba, 83pp.
3. Almaguel, L., Botta, E. 2004. *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae), desastre potencial para la producción de arroz en la región latinoamericana. En: Memorias V Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. Simposio Latinoamericano y del Caribe "La Biodiversidad Acarina: Utilización, Protección y Conservación" 24-28 de Mayo del 2004. La Habana, Cuba. Resumen B.6.10.
4. Almaguel, L., Botta, E. 2005. Manejo Integrado de *Steneotarsonemus spinki*, Smiley. Resultados de Cuba y transferencia para la región de Latinoamérica y el Caribe. INISAV, La Habana, Cuba, 44 pp.
5. Almaguel, L., Hernández, J., de la Torre, P., Santos, A., Cabrera, R.I., García, A., Rivero, E., Páez, Y., Cáceres, I., Ginarte, A. 2000. Evaluación del comportamiento del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en los estudios de regionalización desarrollados en Cuba. *Fitosanidad*. 4(1-2): 15-19.
6. Almaguel, L., Rivero, L.E., Ramos, M. 1998. Comportamiento y pruebas preliminares de control del ácaro del vaneo del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en Cuba. En: I Encuentro Internacional de Arroz. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba.
7. APS. American Phytopathological Society. 1993. Diseases of rice (*Oryza sativa* L.). Disponible en: <http://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Rice.aspx>. (Consultado: 14 de abril de 2016).
8. Botta, E., Almaguel, L., González, T., Arteaga, Ibis., Hernández, J.J. 2003. Evaluación del comportamiento de *Steneotarsonemus spinki* Smiley en diferentes variedades de arroz durante los años 2000-2001. *Fitosanidad*. 7(2):25-29.
9. Cabrera, R.I., Nugaliyadde, L., Ramos, M. 2002. Presencia de *Hirsutella nodulosa* sobre el ácaro tarsonémido del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en Sri Lanka. En: *Encuentro Internacional del Arroz*. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba, 10-12 julio 2002. Pp. 186-188.
10. Cabrera, R.I. 1998. Evaluación de plaguicidas químicos para el control del ácaro tarsonémido del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae). En: I Encuentro Internacional de Arroz. Ciudad de La Habana, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba.
11. Camargo, I., Quirós, Evelyn I., von Chong, K., Zachrisson, B., González, F. 2006. Guía técnica para el manejo integrado del complejo ácaro-hongo-bacteria en el cultivo de arroz. IDIAP, Panamá. 38 pp.
12. Cardona, C. 1998. Resistencia varietal a insectos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Colombia. 86 pp.

13. CRRRI (Central Rice Research Institute). 2006. A new alternate host of rice panicle mite. *CRRRI Newsl.* 27(3):10.
14. Padrón, J. 2011. Mitigación del cambio climático para el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), con percepción y aviso del riesgo fitosanitario. 5^{to} Encuentro Internacional del Arroz. La Habana, 2011.
15. Chen, C.N., Cheng, C.C., Hsiao, K.C. 1979. Bionomics of *Steneotarsonemus spinki* Attacking Rice Plants on Taiwan. *Recent Advances in Acarology*, vol. 1, 1979, pp. 111-117.
16. Chieng, C.C., Huang, C.H. 1979. The relation between sheath rot and the sterility of rice plant. *Journal of Agricultural Research of China.* 28:7-16.
17. Cho, M.R., Kim, D.S., Im, D.J., Na, S.Y., Yiem, M.S. 1999. A new record of tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) and its damage on rice in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 38(2):157-164.
18. Chow, Y.S., Tzean, S.S., Chang, C.S., Wang, C.H. 1980. A morphological approach of the tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Tarsonemidae) as a rice plant pest. *Acta Arachnol.* XXIX (1):25-41.
19. D' Ercole, N., D' Auro, M., Nipoti, P., Manzoli, D. 1993. Sugar beet seed coating with *Trichoderma harzianum* Rifai. *Colture Protete.*2:73-74.
20. De la Torre, P.E. 2004. Las especies del género *Steneotarsonemus* Beer, 1959 (Acari: Tarsonemidae) en Cuba. *Fitosanidad.* 8 (3): 67.
21. García, M.P.G. 2005. Vaneamiento y manchado de grano en cultivos de arroz en Panamá. *Arroz.* 53:455.
22. Gamboa, J.A., León, R., Cartín, V.M., Garita, I., Álvarez, F. 2009. Determinación de plantas hospedantes alternas de *Steneotarsonemus spinki* en zonas arroceras de Costa Rica. *Tesis para optar por el título de Magister Scientiae en Agricultura Alternativa con mención en Agricultura Ecológica.* Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 98 pp.
23. González, T.A., Riverón, A., Arteaga, I., Borges, E., Ruíz, Y., Viera, R., Pérez, J., Talavera, L., Vega, M., Noqueiras, C., Sánchez, S. 2008. Extractos vegetales en el manejo integrado de plagas en el cultivo del arroz. En. IV Encuentro Internacional del Arroz. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. 2 al 6 de junio de 2008. Libro de Resúmenes. p. 20.
24. González-Ochoa, F., De León, Brenda, Sánchez, M. 2008. Primer reporte de la bacteria *Bulkholderia glumae* (Kurita y Tabei, 1967) Urakami *et al.* 1994 en cultivos de arroz en Panamá. En. *IV Encuentro Internacional del Arroz.* Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. 2 al 6 de junio de 2008. Libro de Resúmenes. p. 12-13.
25. Ham, J.H., Melanson, R.A. Rush. M.C. 2011. *B. glumae*: next major pathogen of rice? *Mol. Plant. Pathol.* 12:329-339.
26. Hernández-Concepción, J.L. 1997. Manchado del grano del arroz. III Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal y I Taller Internacional de uso de Plaguicidas. La Habana, Junio, 1997.
27. Hernández, F., Marqués, J.D., Golles, J.L., Moreno, A. 2008. Momentos de aplicación de extractos acuosos de *Euphorbia lactea* para el control de *Steneotarsonemus spinki* y las chinches del arroz. En: IV Encuentro Internacional del Arroz. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. 2-6 de junio de 2008. Libro de Resúmenes. p. 24-25.

28. Hernández-Concepción, J.L. 2004. Mejoramiento para resistencia a plagas con énfasis en *Tagosodes orizicolus*, *Piricularia grisea* y *Steneotarsonemus spinki*. Curso FAO. Instituto de Investigaciones del Arroz, Cuba. 30 pp.
29. Hernández-Concepción, J.L. 2005. Época, densidad de siembra, manejo del agua y la fertilización. En: III Encuentro Internacional del Arroz. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. 6 al 10 de junio de 2005. Libro de Resúmenes. p. 26.
30. Hernández-Concepción, J.L., Ginarte, A., Gómez, P.J., Cabrera, I., Galano, R., Vieira, R., Duany, A., Veja, M. 2003. Recomendaciones agronómicas para el manejo del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley en el cultivo de arroz. En: Fórum de Ciencia y Técnica Ramal del Cultivo del Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz, Camagüey, Cuba, 11–12 de diciembre de 2003. Libro Resúmenes. p. 19-23.
31. Hummel, N.A., Castro, B.A., McDonald, E.M., Pellerano, M.A., Ochoa, R. 2009. The panicle rice mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, a re-discovered pest of rice in the United States. *Crop Protection*. 2009. doi:10.1016/j.cropro.2009.03.011
32. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2005. Resolución No. 001195 de 2005. 21 de abril de 2005. Bogotá, Colombia, 4 pp.
33. INISAV. 1998. Informe sobre vaneado de la panícula y la pudrición de la vaina de arroz producido por el complejo del ácaro *Steneotarsonemus spinki* y el hongo *Sarocladium oryzae*, MINAGRI. La Habana.
34. Jiang, P.Z., Xie, X.J., Chen, W.X., Cao, S.Y., Liang, Z.H., 1994. Regularity of incidence of *Steneotarsonemus spinki*. *Guandong Agric. Sci.* 5:37-40 (Abstract).
35. Kim et al., 2001;
36. Lo, K. Ch., Ho, Ch. 1979. Ecological observations on rice tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). *J. Agric. Res. China*. 28(3): 181-192.
37. Lo, K. Ch., Ho, Ch. 1980. Studies on the Rice Tarsonemid Mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley. *Plant Prot. Bull.* (Taiwan, R.O.C.). 22: 1-9.
38. Meneses, R., Gutiérrez, A., García, A., Antigua, G., Gómez, J. 2008. Guía para el trabajo de campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Est. Exp. Sur del Jíbaro. Cuba 26 p.
39. Miranda, I., Ramos, M., Fernández, B.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.
40. Nicholls, Clara I., Altieri, M.A. 2008. Suelos saludables, plantas saludables: La evidencia agroecológica. *LEISA Rev. de Agroecología*. 24(2): 6-8.
41. Ou, Y.T. 1976. Occurrence of a mite in Tainan District, Taiwán. *Internat. Rice Res. Newsletters*. 1(2):15.
42. Ou, Y.T., Fang, H.C., Tseng, Y.H. 1977. Studies on *Steneotarsonemus madecassus* Gutierrez of rice. *Plant. Prot. Bull.* 19:21-29.
43. Pérez, C.R., Saavedra, E. 2005. Añublo bacterial de la panícula del arroz en Colombia. *Burkholderia glumae* (Kurita y Tabei). FEDEARROZ. (En línea). Disponible en: <http://www.oriusbiotecnologia.com/site/index.php?arroz-30k>. (Consultado: 19 de junio de 2009).
44. Quesada-González, A., García-Santamaría, F. 2014. *Burkholderia glumae* en el cultivo del arroz en Costa Rica. *Agron. Mesoam.* 25(2):371-381.

45. Quirós, E.I. 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 en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana, Cuba.
46. Quirós, E.I., Rodríguez, H. 2010. Ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en Panamá. *Rev. Protección Veg.* 25(2):103-107.
47. Ramos M, Rodríguez H. 2001. Aspectos biológicos y ecológicos *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica). 60: 48-52.
48. Ramos, M., Moraes, G.J. 2007. Predatory mites associated with *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) on rice in Cuba. *Acarology XI: Proceedings of the International Congress*. Morales-Malacara JB, Behan-Pelletier V, Ueckermann E, Pérez TM, Estrada-Venegas EG, Badii M. (Eds.). Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Sociedad Latinoamericana de Acarología. México, 2007. ISBN 978-970-32-4451-5.
49. Ramos, M., Rodríguez, H. 1998. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae): nuevo informe para Cuba. *Rev. Protección Veg.* 13(1): 25-28.
50. Ramos, M., Rodríguez, H. 2000a. Morphological response to *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) infestation on rice sheaths. *Rev. Protección Veg.* 15 (3): 88-90.
51. Ramos, M., Rodríguez, H. 2000b. Ciclo de desarrollo de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en laboratorio. *Rev. Protección Veg.* 15 (2): 130-131.
52. Ramos, M., Rodríguez, J. 2003. Análisis de riesgo de una especie exótica invasora: *Steneotarsonemus spinki* Smiley. Estudio de un caso. *Rev. Protección Veg.* 18 (3): 153-158.
53. Rao, Y.S., Das, P.K. 1977. A new mite pest rice in India. *Internat. Rice Res. Newsletters.* 2(1):8.
54. Rao, J., Prakash, A., Dhanasekharan, S., Ghosh, S.K., 1993. Observations on rice tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki*, white-tip nematode and sheath-rot fungus interactions deteriorating grain quality in paddy fields. *J. Appl. Zool. Res.* 4, 89–90.
55. Rao, J., Prakash, A. 1996. *Cynodon dactylon* (Linn.) Pers. (Graminae): an alternate host of rice tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley. *J. Appl. Zool. Res.* 7:50-51.
56. Rao, J., Prakash, A. 2002. Paddy field weed, *Schoenoplectus articulatus* (Linn.) Palla (Cyperaceae): a new host of tarsonemid mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley and panicle thrips, *Haplothrips ganglbaureri* Schmutz. *J. Appl. Zool. Res.* 13:174-175.
57. Rodríguez, H. 2005. Evaluación del estatus fitosanitario del ácaro del vaneo del arroz, *Steneotarsonemus spinki*, en la República de Nicaragua. En: III Encuentro Internacional del Arroz. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. 6 al 10 de junio de 2005. Libro de Resúmenes. p. 35-38.
58. Rodríguez, H., Miranda, I., Jean, L.L., 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.
59. Rodríguez, H., Quirós, E.I., Camargo-Buitrago, I. 2013. Ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en Costa Rica, Nicaragua y Panamá. *Métodos en Ecología y Sistemática*. (Costa Rica). 8(3):29-41.
 60. SAG-DICTA. 2003. Manual Técnico para el cultivo del arroz (*Oryza sativa*). Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)-Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Programa Arroz. Comayagua, Honduras, 59 pp.
 61. Sanabria, C., Aguilar, H. 2005. El ácaro del vaneo del arroz (*Steneotarsonemus spinki*, Tarsonemidae). Boletín Fitosanitario, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica, 16 p.
 62. Sanabria, C. 2005. El ácaro del vaneo del arroz (*Steneotarsonemus spinki*, Tarsonemidae). Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG-Costa Rica) Actualidad Fitosanitaria. Boletín informativo, mayo-junio 2005. No. 22:1-3. (En línea). Disponible en: <http://www.protecnet.go.cr/general/boletin/Bole22/Boletin22.htm>. (Consultado: 4 de mayo de 2006).
 63. Sandoval, I., López, M.O., García, D. 1995. *Trichoderma harzianum*: Un biopreparado de amplio espectro para micopatologías del tomate y del pimiento. CID-INISAV Boletín Técnico, N°4, Cuba. 36 pp.
 64. Sandoval, I., Bonilla, T. 2001. Comportamiento de la pudrición de la vaina del arroz por *Sarocladium oryzae* (Sawada) Gams y Haswks en variedades de La Habana y Pinar del Río. *Fitosanidad*. 5(1):2-5.
 65. Santos, A. 1999. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae): biología, comportamiento poblacional, daños y control en el cultivo del arroz. *Fitosanidad*. 3(1):85-91.
 66. Santos, A., Almaguel, L., de la Torre, P.E., Cortiñas, J., Cáceres, I. 2002. Ciclo biológico del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. *Fitosanidad*. 6(2): 15-18.
 67. Santos, R., Navia, D., Cabrera, R.I. 2004. *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Prostigmata: Tarsonemidae)-uma ameaca para a cultura do arroz no Brasil. Documento 117/Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasilia.
 68. Smiley, R.L., Flechtman, C.H.W., Ochoa, R., 1993. A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) and an illustrated key to grass-infesting species in the western hemisphere. *Int. J. Acarol.* 19, 87–93.
 69. Smiley, R.L. 1967. Further studies on the tarsonemidae. (Acarina). *Proc. Ent. Soc. Wash.* 69(2): 127-146.
 70. Tseng, Y.H., 1984. Mites associated with weeds, paddy rice, and upland rice fields in Taiwan. In: Griffiths, Bowman (Eds.), *Acarology VI*, Vol. 2. Ellis Horwood, Chichester, UK, pp. 770–780.
 71. Urakami, T., Ito-Yoshida, C., Araki, H., Kijima, T., Suzuki, T., Komagata, K. 1994. Transfer of *Pseudomonas plantarii* and *Pseudomonas glumae* to *Burkholderia* as *Burkholderia* spp. and description of *Burkholderia vandii* sp. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44:235-245.



ORGANISMO INTERNACIONAL
REGIONAL DE SANIDAD
AGROPECUARIA

DIRECCIÓN REGIONAL DE SANIDAD VEGETAL

Manejo Integrado del Ácaro del Arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley)
y las enfermedades asociadas

oirsa.org

 [@OIRSAoficial](https://twitter.com/OIRSAoficial)

 [OIRSA](https://www.facebook.com/OIRSA)