

UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
POSGRADO EN AGRICULTURA ALTERNATIVA CON MENCIÓN EN
AGRICULTURA ECOLÓGICA

DETERMINACIÓN DE PLANTAS HOSPEDANTES ALTERNAS DE
***Steneotarsonemus spinki* EN ZONAS ARROCERAS DE COSTA RICA**

Jean Alexander Gamboa Tabares

Heredia, Costa Rica a 30 de abril de 2009

Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador del Sistema de
Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional para optar al grado de
***Magíster Scientiae* en Agricultura Alternativa con mención en Agricultura**
Ecológica

**DETERMINACIÓN DE PLANTAS HOSPEDANTES ALTERNAS DE
Steneotarsonemus pinki EN ZONAS ARROCERAS DE COSTA RICA**

JEAN ALEXANDER GAMBOA TABARES

**Tesis presentada para optar al grado de *Magíster Scientiae* en Agricultura
Alternativa con mención en Agricultura Ecológica. Cumple con los requisitos
establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad
Nacional. Heredia. Costa Rica.**

Miembros del Tribunal Examinador

M.Sc. José Fabio Chaverri Fonseca

Representante de la Presidenta del Consejo Central de Posgrado

M.Sc. German Rivera Coto

**Representante de la Maestría en Agricultura Alternativa con Mención
en Agricultura Ecológica**

Ph.D. Víctor Manuel Cartín Leiva

Director de tesis

M.Sc. Israel Garita Cruz

Asesor

M.Sc. Francisco Álvarez Bonilla

Asesor

Ing. Jean Alexander Gamboa Tabares

Sustentante

RESUMEN GENERAL

El ácaro del arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley se encontró en Costa Rica en el año 2004, como parte del complejo de organismos causantes del vaneado de la panícula y la pudrición de la vaina de arroz. La presente investigación tuvo como objetivo determinar las plantas asociadas a los agroecosistemas arroceros de Costa Rica, que son hospedantes alternas de *S. spinki*.

Se determinaron las plantas asociadas a agroecosistemas de arroz (*Oryza sativa* L.) en Costa Rica, que sirven de hábitat al ácaro *S. spinki*. Se tomaron muestras de plantas presentes en 16 campos, en cuatro zonas arroceras de Costa Rica: Brunca, Pacífico Central, Huetar Atlántico y Chorotega; afectados por altas densidades poblacionales del ácaro *S. spinki*. Se informan como especies hospedantes *Echinochloa colona*, *Eleusine indica*, *Oryza latifolia* y *Rottboellia cochinchinensis*, cuyas densidades poblacionales encontradas fueron 0,4, 0,1, 13,2 y 0,2 ácaros/planta, respectivamente. En las especies arvenses *E. indica* y *R. cochinchinensis* se informa la presencia de hembras adultas; en *E. colona* hubo presencia hembras, machos y estados inmaduros del ácaro; y en la especie *O. latifolia* se evidenció la presencia de todos los estadios de desarrollo de *S. spinki*.

También se evaluó la sobrevivencia de *S. spinki* en *Oryza sativa* var. Palmar 18 y dos plantas arvenses *O. latifolia* y *E. colona*. Se hicieron dos estudios: bajo condiciones de invernadero e *in vitro*, durante los meses de octubre y noviembre de 2007, en la Hacienda La Ligia, ubicada en la región arroceras Pacífico Central. Se estudió en invernadero la sobrevivencia, crecimiento poblacional y estructura poblacional a partir de infestaciones, directa y voluntaria del ácaro. El ácaro completó su ciclo de vida en *O. sativa* y *O. latifolia*. En la especie arvense *E. colona* solo se observaron hembras, huevos y larvas móviles. En el ensayo *in vitro* se obtuvo una duración media del ciclo de vida de *S. spinki* desde huevo hasta adulto de siete días a temperatura de 25°C y mortalidad de 62%, 74% y 100%, para *O. sativa*, *O. latifolia* y *E. colona*, respectivamente. Se concluye que *S. spinki* solo presenta como planta hospedante alterna en los

campos de arroz en Costa Rica, a *O. latifolia*; y que *E. colona* es una planta hospedante ocasional que permite el refugio transitorio por cortos períodos de tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre, quien siempre creyó en mí. Por tu apoyo incondicional hoy te digo: Padre...la meta esta cumplida tal como un día de diciembre de 2006 quedó propuesta...Solo que falta algo muy importante...Te has ido de mi lado para compartirla...

A los grandes seres humanos que hacen parte de mi familia, ustedes son dueños de esta etapa que culmino, pues sus palabras de consuelo me dieron fuerzas para lograrla.

Gracias Universidad Nacional de Costa Rica, por permitirme obtener en tus aulas diversidad de conocimientos relacionados con la Agricultura Ecológica. Estaré ahora al servicio de comunidades y agricultores de mi lindo país, Colombia...Lo prometo.

A las instituciones costarricenses: Corporación Arrocería Nacional (CONARROZ), Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), por la colaboración brindada para el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre...

ÍNDICE

	No. página
RESUMEN GENERAL	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE	viii
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA	5
BIOLOGÍA DEL ÁCARO <i>Steneotarsonemus spinki</i>	6
ECOLOGÍA DEL ÁCARO <i>Steneotarsonemus spinki</i>	9
LITERATURA CITADA	16
CAPÍTULO II: DETERMINACIÓN EN CAMPO DE PLANTAS	
HOSPEDANTES DE <i>Steneotarsonemus spinki</i>	19
RESUMEN	20
ABSTRACT	20
INTRODUCCIÓN	21
MATERIALES Y MÉTODOS	23
RESULTADOS	29
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	36
AGRADECIMIENTOS	41
LITERATURA CITADA	41
CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA DE	
<i>Steneotarsonemus spinki</i> EN PLANTAS HOSPEDANTES	44
RESUMEN	45
ABSTRACT	46
INTRODUCCIÓN	47

MATERIALES Y MÉTODOS	.	.	.	.	.	.	49
RESULTADOS	.	.	.	.	.	.	54
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	.	.	.	.	.	.	71
AGRADECIMIENTOS	.	.	.	.	.	.	76
LITERATURA CITADA	.	.	.	.	.	.	76
CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES	.	.	.	.	.	.	79

LISTA DE CUADROS

No. página

CAPÍTULO I

Cuadro 1. Duración promedio, mínimos y máximos en días del ciclo de vida de *Steneotarsonemus spinki* en Cuba a 25°C 8

CAPÍTULO II

Cuadro 1. Características ambientales de los lugares de muestreo. 24

Cuadro 2. Características de los campos muestreados en distintas regiones arroceras de Costa Rica 26

Cuadro 3. Relación de plantas muestreadas y plantas con presencia de *S. spinki* en campos de arroz 29

Cuadro 4. Presencia de *S. spinki* en arvenses asociadas al cultivo del arroz en cuatro zonas arroceras de Costa Rica 33

Cuadro 5. Densidad de *S. spinki* por especie vegetal encontrada en cuatro zonas arroceras de Costa Rica 33

CAPÍTULO III

Cuadro 1. Resumen del Análisis de Varianza para el número total de individuos *S. spinki* por estadio en dos fuentes alimenticias bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica 54

Cuadro 2. Tasas de sobrevivencia de *S. spinki* en dos fuentes alimenticias bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica 59

Cuadro 3. Tasas de crecimiento de *S. spinki* en dos fuentes alimenticias evaluadas bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica 64

Cuadro 4. Proporción hembras: machos de <i>S. spinki</i> en dos fuentes alimenticias	69
Cuadro 5. Duración promedio (mínimos y máximos) en días del ciclo de vida de <i>S. spinki</i> , en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica	70
Cuadro 6. Mortalidad (%) de <i>S. spinki</i> durante estadios del ciclo de vida evaluado en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica	70

LISTA DE FIGURAS

No. página

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Comportamiento de la oviposición de *Steneotarsonemus spinki* Smiley respecto al tiempo en condiciones de laboratorio . . . 9
- Figura 2.** Población promedio de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (ácaros/planta) en diferentes hojas (bandera, última y penúltima) para variedades de ciclo corto en Cuba 10
- Figura 3.** Comportamiento poblacional de *Steneotarsonemus spinki* Smiley en las fases fenológicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) . . . 12

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Ubicación de predios muestreados en Costa Rica 23
- Figura 2.** Densidad poblacional de *S. spinki* en *Oryza sativa*, en cuatro zonas arroceras de Costa Rica 32
- Figura 3.** Proporción poblacional de *S. spinki* en plantas hospedantes arvenses presentes en agroecosistemas de arroz en Costa Rica 35

CAPÍTULO III

- Figura 1.** Densidad poblacional de *S. spinki* (Número de individuos de todos los estadios/planta) en plantas de *O. sativa* evaluadas bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica 55
- Figura 2.** Densidad poblacional de *S. spinki* (Número de individuos de todos los estadios/planta) en plantas de *O. latifolia* evaluadas bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica 56

Figura 3. Densidad poblacional de <i>S. spinki</i> (Número de individuos de todos los estadios/planta) en plantas de <i>E. colona</i> evaluadas bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica	57
Figura 4. Densidad poblacional de adultos, estados inmaduros y huevos <i>S. spinki</i> en <i>O. sativa</i> bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica	60
Figura 5. Densidad poblacional de adultos, estados inmaduros y huevos <i>S. spinki</i> en <i>O. latifolia</i> bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica	61
Figura 6. Densidad poblacional de adultos, estados inmaduros y huevos <i>S. spinki</i> en <i>E. colona</i> bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica	62
Figura 7. Crecimiento poblacional de <i>S. spinki</i> bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica. (A) <i>O. sativa</i>), (B) <i>O. latifolia</i>	65
Figura 8. Estructura poblacional de <i>S. spinki</i> en <i>O. sativa</i> bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica	67
Figura 9. Estructura poblacional de <i>S. spinki</i> en <i>O. latifolia</i> bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica	68

INTRODUCCIÓN GENERAL

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el principal alimento de tres mil millones de personas, es decir, de la mitad de la población mundial (Franquet y Borrás 2004). El consumo mundial *per capita* de este producto es, desde mediados de los años ochenta, de alrededor de 65 kilogramos al año, del que más del 87% se dedica a la alimentación humana o a manufactura alimenticia. Constituye uno de los principales alimentos de la dieta costarricense (consumo de 54 kilogramos *per capita* al año), y representa un aporte calórico del 15% (Zárate *et al.* 2005). De acuerdo con el crecimiento planificado de la población, se estima que para el año 2025 el mundo requerirá 400 millones de toneladas adicionales para suplir la demanda (Cárdenas *et al.* 2004).

De acuerdo con Almaguel *et al.* (2004), durante los últimos años, la obtención de elevados rendimientos ha estado limitada por diferentes causas, entre ellas la incidencia del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley, 1967, que fue catalogada como plaga del arroz por primera vez en China, a mediados de la década de los setentas. En 1977 causó severos daños en Taiwán, y desde 1985 ha sido considerado como plaga del arroz para el Asia tropical. En la Habana, Cuba, se detectó a finales de 1997. En Costa Rica fue detectada en Bagaces, Guanacaste, en el año 2004 (Barquero 2004). Para el ciclo 2003-2004, se proyectaron rendimientos de 3,3 toneladas métricas por hectárea de arroz en Costa Rica; sin embargo el rendimiento obtenido fue de 2,3 debido a la aparición del ácaro del vaneo *S. spinki*, que redujo la producción nacional en un 30% (Zárate *et al.* 2005).

El daño del ácaro se favorece por altas temperaturas, disminución de las lluvias, dosis elevadas de fertilizantes nitrogenados, y por un mal manejo de la fertilización en general. En las plantas atacadas por el ácaro se observa necrosis, marchitez y deformación en el raquis de la panícula al momento de la floración; así como lesiones directas por daño mecánico de tejidos del órgano floral y el grano en formación. En general se presenta atrofia y bloqueo del crecimiento.

Las dificultades para ejercer un adecuado combate de *S. spinki* están dadas por sus características etológicas y no por su alto potencial reproductor. Su ubicación preferentemente en la base dentro de las vainas de las hojas del arroz, lo hace casi invulnerable a la acción de los productos químicos y biológicos, además de que los productos sistémicos ejercen poco efecto en las poblaciones de ácaros (Almaguel *et al.* 2000). De lo anterior, resulta inminente la necesidad de encontrar opciones integradas de manejo del cultivo que minimicen los daños.

Teniendo en cuenta que: 1) el comportamiento poblacional de *S. spinki* muestra un incremento poblacional máximo en las plantas de arroz, durante un período corto (aproximadamente cinco semanas) entre las fases de inflorescencia y la apertura panícula-cosecha; 2) la infestación es recurrente en campos de arroz establecidos de manera consecutiva durante el año; 3) no se conoce hasta el momento, la ocurrencia de estado de latencia en este ácaro como forma de sobrevivencia y; 4) en los agroecosistemas arroceros de Costa Rica, existe alta diversidad de especies silvestres con fenología y fisiología similares a la planta de arroz; se plantea como hipótesis de investigación, la posible existencia de plantas hospedantes alternas del ácaro *S. spinki* que le permiten completar el ciclo de vida y se convierten en focos de infestación para ataque del ácaro en campos de arroz en Costa Rica.

Se ha informado de 11 especies de arvenses que comparten el hábitat con el cultivo del arroz, y que han sido identificadas como hospedantes de *S. spinki* para diversos países: *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Lingnania chungii* (McClure) McClure, *Schizostachyum funghomii* McClure, *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch, *Leersia hexandra* Sw. y *Paspalum* sp., se indican para las condiciones de la República Popular de China (Socorro y Almaguel 1997); *Schoenoplectus articulatus* (Linn.) Palla, se indica para la India (Rao y Prakash 2002); *Oryza latifolia* Desv., *Oryza sativa* L. (Arroz rojo), para Costa Rica (Santos *et al.* 2004) y; *Echinochloa colonum* (L.) Link, *Panicum purpuracens* Raddi, *Amaranthus spinosus* L., en Cuba (Torre *et al.* 2005). A la fecha, no se conoce con exactitud si estas arvenses son hospedantes ocasionales o alternos de *S. spinki* cuando no está presente el cultivo de arroz.

Considerando que actualmente se carece de información acerca de los posibles reservorios naturales del ácaro *S. spinki* en Costa Rica, se hace necesario el desarrollo de la presente investigación, la cual se orienta a determinar las plantas hospedantes alternas del ácaro del arroz *S. spinki* Smiley, en zonas arroceras del país.

LITERATURA CITADA

- Almaguel, L; Torre, PE de la; Cáceres, I. 2004.** Suma de temperaturas efectivas y potencial de multiplicación del ácaro del vaneado del arroz (*Steneotarsonemus spinki*, Smiley) en Cuba. Fitosanidad 8(1): 37-40.
- Almaguel, L; Hernández, J; Torre, PE de la; Santos, A; Cabrera, RI; García, A; Rivero, LE; Báez, L; Ginarte, A. 2000.** Evaluación del comportamiento del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en los estudios de regionalización desarrollados en Cuba. Fitosanidad 4(1):15-19.
- Barquero S., M. 2004.** Limón y Guanacaste: Severo ataque de ácaro del arroz. La Nación, San José, CR, agosto 3.
- Cárdenas T., RM; Cristo V., E; Pérez L., N; González V., M; Rivero G., D; Cruz T., A. 2004.** Comportamiento del manchado del grano en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) de ciclo medio. Fitosanidad 8(4): 39-44.
- Franquet B., JM; Borrás P., C. 2004.** Variedades y mejora del arroz (*Oryza sativa* L.). Universidad Internacional de Cataluña. ISBN 8493036412. 439p.
- Rao, J; Prakash, 2002.** A. Paddy field leed, *Schoenoplectus articulatus* (Linn.) Palla (Cyperaceae): a new host of tarsonemidae mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley and panicle thrips, *Haplothrips ganglbaureri* Schmutz. Journal of Applied Zoological Researches, 13(2): 174-175.
- Santos M., R; Navia, D; Cabrera, RI. 2004.** *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Prostigmata: Tarsonemidae) una amenaza para el cultivo de arroz en Brasil. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). Documentos 117. Brasilia, DF. ISSN 01020110. 54 p.
- Socorro, M; Almaguel, L. 1997.** Informe de la misión técnica sobre el cultivo del arroz a la República Popular China, del 1-15 de noviembre de 1997. 21 p.

Torre S., PE de la; Botta F., E; Almaguel R., L. 2005. Colectas acarológicas realizadas por la sanidad vegetal en la Provincia de La Habana. Fitosanidad 9(3): 3-11.

Zárate, LH; Carmona, K; Retana, M. 2005. Análisis descriptivo del mercado mundial del arroz y los acuerdos del TLC. Producción y política pública en el sector arrocero de Costa Rica. Corporación Arrocera Nacional – Universidad de Costa Rica. Disponible en: [http://www.iice.ucr.ac.cr/documentos/Iarroz\(Luis%20H\)14.pdf](http://www.iice.ucr.ac.cr/documentos/Iarroz(Luis%20H)14.pdf). Consultado el 4 de octubre de 2006.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA: BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL ÁCARO *Steneotarsonemus spinki*

Jean Alexander Gamboa Tabares

REVISIÓN DE LITERATURA
BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE *Steneotarsonemus spinki*

BIOLOGÍA DEL ÁCARO *Steneotarsonemus spinki*

Descripción morfológica

El ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley, mide entre 100 y 300 μm . El cuerpo es elongado, más ancho en la región del histerosoma. El largo y ancho promedio de la hembra es de 272 x 109 μm . Presenta órganos pseudoestigmáticos ovoidales localizados entre los tarsos I y II, y el primer par de apodemas en forma de “Y” (Ramos y Rodríguez 2001). Los apodemas II son más largos y más fuertes; el cuarto par de patas es pequeño y delgado y tiene forma de látigo (Reyes 2005).

El largo y ancho promedio del macho es de 217 x 120 μm . La característica distintiva de la especie consiste en la presencia de un par de setas en forma de cuchillo sobre el fémur y la gena IV (Ramos y Rodríguez 2001) que les ayuda a agarrar la hembra para copularla en su madurez sexual y luego liberarla (Reyes 2005).

La larva es de color blanco translúcido y tiene el cuerpo alargado. Este instar hexápodo incrementa su tamaño hasta llegar a un período quiescente conocido como larva inactiva. En esta fase también es blanca translúcida; las larvas que producirán hembras pueden ser transportadas por los machos, como es común en otras especies de tarsonémidos (Ramos y Rodríguez 2001).

Los huevos de *S. spinki* son blanco translúcido, ovoides y alargados; ovipositados en el interior de las vainas en grupos de dos a seis, formando grandes masas de hasta 160 (Ramos y Rodríguez 2001).

Ciclo de vida

Los estudios llevados a cabo por Santos *et al.* (2002), en relación con el ciclo de vida de *S. spinki* indican, al igual que en el resto de los tarsonémidos, que éste comprende tres estadios: huevo, larva (comprende un período de quiescencia) y adulto, así como la existencia de un mecanismo sexual haplo-diploide. Además plantean que la duración del ciclo de vida en condiciones de laboratorio disminuye con el incremento de la temperatura, y que de igual forma ocurre para el período de ovoposición y la longevidad, la que es mayor en la hembra adulta.

Según Ramos y Rodríguez (2001) en Cuba, bajo condiciones de laboratorio (25°C), la duración del ciclo de vida de *S. spinki* varía entre cinco y nueve días desde huevo hasta adulto (Cuadro 1). Tseng (1985) describe para Taiwán, que la duración del desarrollo de esta especie oscila entre 16 y 17 días a 25°C. Al comparar los resultados obtenidos por estos autores, con respecto a la influencia de la temperatura en la longevidad del ácaro, se aprecia que el ciclo de vida para las condiciones de Cuba disminuyó aproximadamente en 50%.

Investigaciones similares realizadas por Almaguel *et al.* (2004), demostraron que *S. spinki* completa su ciclo de vida en 11,3 y 4,9 días a temperaturas de 20 y 34°C respectivamente, en las condiciones de Cuba; más corto que lo señalado por Lo y Ho (1979) en China y Cheng *et al.* (1980) en Taiwán a las mismas temperaturas; el ciclo fue un 45% más rápido a 20°C con respecto a los datos de la literatura antes señalada. En adición, Ramos y Rodríguez (2001), han determinado que con temperaturas de 20, 24 y 34°C, el ácaro tiene un ciclo de 12,0, 7,7 y 5,0 días respectivamente. En un año se pueden presentar entre 48 y 55 generaciones, bajo temperatura de 24,40°C y humedad relativa de 70,5%.

Cuadro 1. Duración promedio, mínimos y máximos en días del ciclo de vida de *Steneotarsonemus spinki* en Cuba a 25°C.

Instar	Media+/- de en días	Mínimo en días	Máximo en días
Huevo	2,9 +/- 1,2	1,8	4,8
Larva	2,2 +/- 0,4	2,0	2,9
Larva inactiva	2,5 +/- 1,4	2,0	3,9
TOTAL	7,8 +/- 1,6	5,8	9,6

de= desviación estándar

Fuente: Ramos y Rodríguez (2001)

Investigaciones realizadas por Santos *et al.* (2001), indicaron que a temperatura ambiental (24,8°C), el período de preoviposición de *S. spinki* en 1,2 días, mientras el de oviposición tuvo una duración de 9,8 días, la cual es más corta que la encontrada por Chen *et al.* (1979) a 25°C de 5,0 y 13,0 días, respectivamente. Este efecto de la temperatura se ha observado también para el ciclo de desarrollo de *S. spinki* en Cuba respecto a lo señalado en la literatura.

Con respecto a la oviposición, Santos *et al.* (2001) concluyeron que se obtienen en promedio 4,9 huevos/día por hembra; con un total de 27,7 huevos por hembra. El mayor período de puesta oscila entre el quinto y séptimo día después de iniciarse la oviposición, con puestas máximas hacia el séptimo día (Figura 1). La longevidad de las hembras es de 14,3 días.

De manera general el período embrionario es el más variable, mostrando que es el estadio más sensible a las modificaciones en las condiciones del medio, y se afecta su duración por los cambios de temperatura. Dicho estadio presenta una mortalidad máxima del 40% a 15°C. El umbral mínimo de desarrollo es de 16,1°C para el período embrionario; 15,9°C para el larval y 16,1°C para el ciclo completo de desarrollo (Santos *et al.* 2002).

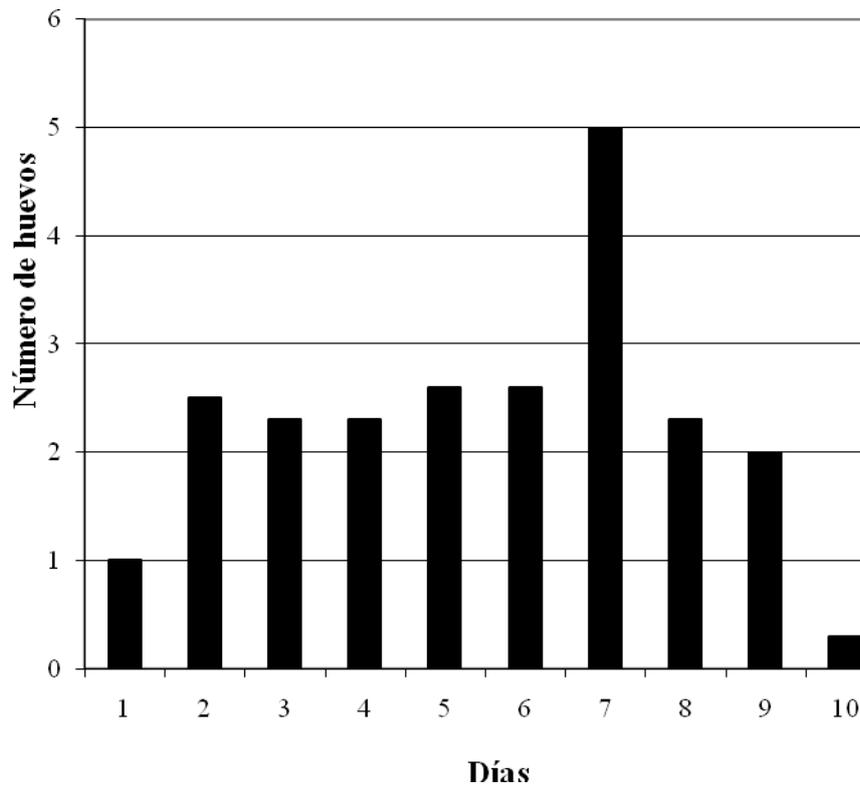


Figura 1. Comportamiento de la oviposición de *Steneotarsonemus spinki* respecto al tiempo en condiciones de laboratorio (Santos *et al.* 2001)

ECOLOGÍA DEL ÁCARO *Steneotarsonemus spinki*

Hábitat preferencial en *Oryza sativa*

El ácaro *S. spinki* se ubica en el interior de las vainas de las hojas de arroz, en poblaciones elevadas de todas las fases, formando grandes colonias de hasta 300 ácaros por cm² (Ramos y Rodríguez 2001). Almaguel *et al.* (2000) determinaron que el mayor número de ácaros se ubica en la hoja bandera. La investigación se realizó en cinco líneas de ciclo corto y la Comercial Perla de Cuba (Figura 2). Además, Almaguel *et al.* (2003) determinaron que *S. spinki* es frecuente en las vainas de las hojas uno a cinco.

Almaguel *et al.* (2000) evaluaron la ocurrencia de *S. spinki* en la vaina de las hojas uno a la cinco, en diferentes fases fenológicas, obteniéndose las mayores poblaciones en la fase de paniculación y grano lechoso en las hojas 1 y 2, lo que indica mayor susceptibilidad de esta fase fenológica de la planta, relacionada con un hábitat adecuado para el desarrollo del ácaro por la ocurrencia del transporte de los nutrimentos sintetizados. El ácaro no ha sido detectado a partir de la maduración del grano (Almaguel *et al.* 2003).

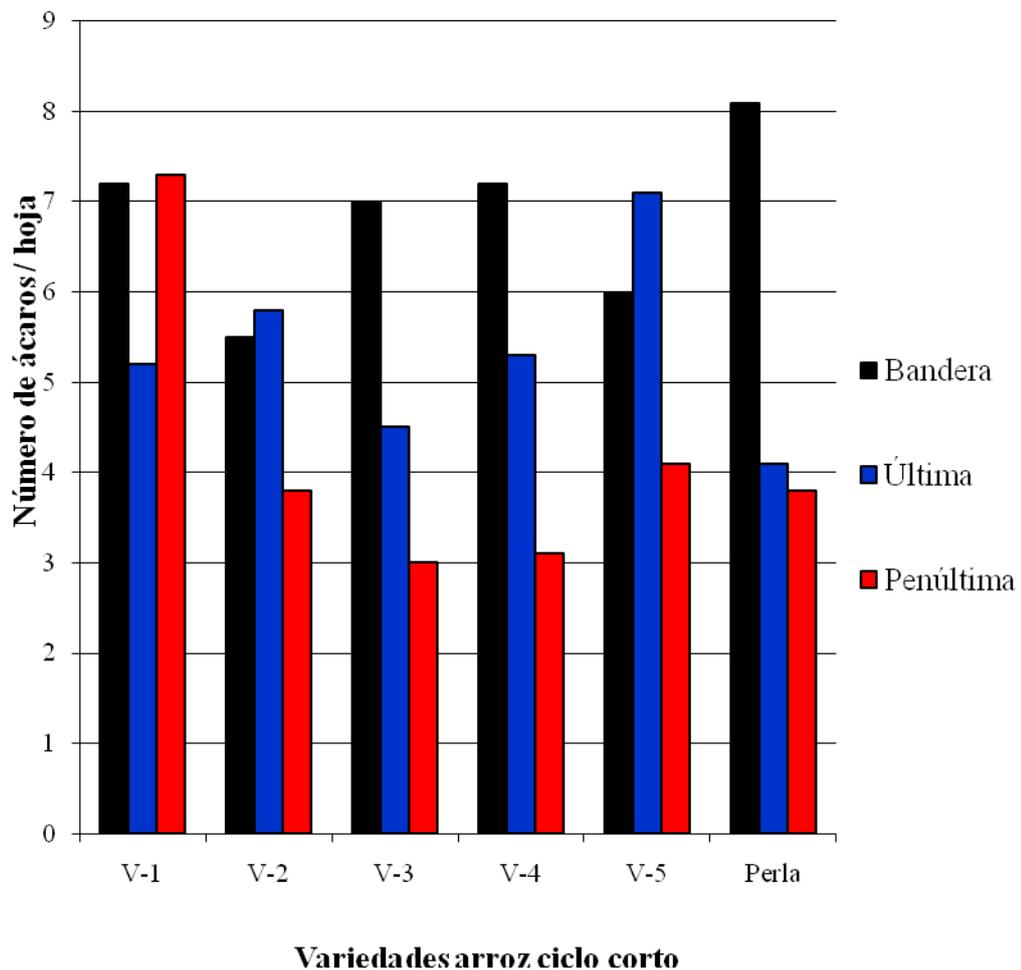


Figura 2. Población promedio de *Steneotarsonemus spinki* (ácaros/planta) en diferentes hojas (bandera, última y penúltima) para variedades de ciclo corto en Cuba (Almaguel *et al.* 2000).

El ácaro se ha observado: además, sobre el pedúnculo de la inflorescencia, el órgano floral y en el interior y exterior del grano en formación, donde causa daños directos: necrosis, deshidratación de los tejidos y deformación durante el embuchamiento como en la emisión de la panícula. Los síntomas de atrofia y bloqueo del crecimiento pueden estar asociados a la inyección de saliva tóxica durante la alimentación. Los daños directos en el raquis de las panículas pueden afectar el mecanismo de circulación de los nutrientes y explicar el vaneado del grano, particularmente en el momento de la floración. El ácaro se ha detectado en altas poblaciones en granos vanos y manchados, nunca en granos secos y llenos (Almaguel *et al.* 2003).

Investigaciones realizadas por Almaguel *et al.* (2003), concluyeron que existen dos momentos fenológicos donde la población del ácaro es vulnerable a los efectos negativos del ambiente: 1) desde los primeros momentos de la germinación hasta el fin del ahijamiento, donde las vainas de las hojas son pequeñas, abiertas y no ofrecen las condiciones de humedad y penumbra que él necesita para multiplicarse y 2) durante la fase de “embuchamiento de la espiga”, cuando la vaina es presionada por el desarrollo de la inflorescencia, modificándose las condiciones fitoclimáticas óptimas para su desarrollo. A partir de este comportamiento pudieran considerarse como los momentos óptimos para ejercer medidas de control, en particular en el segundo, donde puede producir el mayor daño sobre los rendimientos agrícolas.

Crecimiento poblacional

La representación del comportamiento poblacional de *S. spinki* evidencia que dentro de las fases fenológicas, el período de inflorescencia y el de apertura de la panícula-cosecha son los que proporcionan los mayores incrementos de *S. spinki*, sin diferencia entre ellos. Por el contrario, se ha determinado una población significativamente baja para las fases de cambio de primordio y macollamiento (Ramos y Rodríguez 2001).

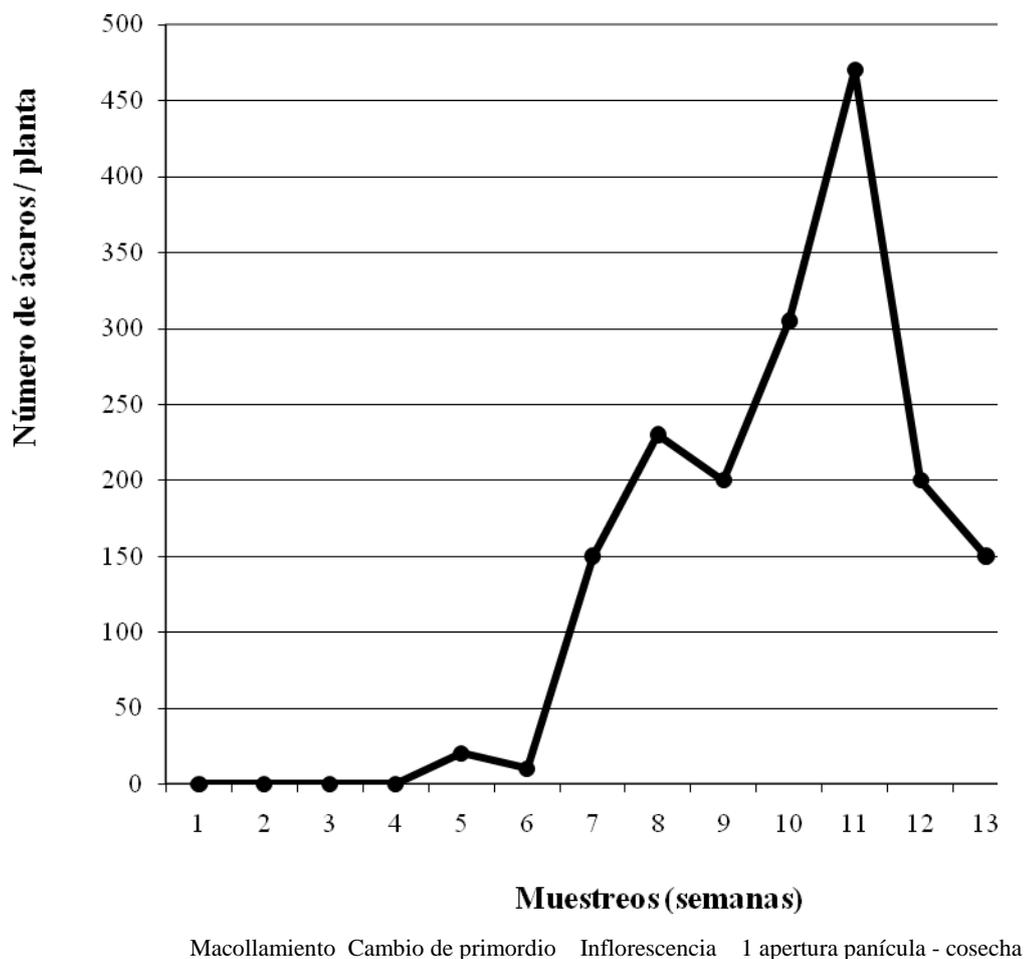


Figura 3. Comportamiento poblacional de *Steneotarsonemus spinki* Smiley en las fases fenológicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) (Ramos y Rodríguez 2001)

En los análisis de la estructura poblacional de *S. spinki*, se ha observado una tendencia similar para todas las edades. Al final del ciclo del cultivo ocurre un aumento para los adultos, explicado por la relación nominal entre machos y hembras, y con la población total, observándose que el incremento de población adulta ocurre antes en las hembras (dos hembras por macho), después en los machos (0,2 hembras por cada macho), y luego disminuye el número de inmaduros. Esto puede reafirmar el poder migratorio de las hembras y su fertilidad, expresada por la arrenotoquia del tarsonémido, que debe ser máxima antes de ese intervalo, para además, garantizar la reproducción sexual de los

emigrantes como estrategia de sobrevivencia y perpetuación de la especie (Almaguel *et al.* 2003).

Aunque la fase fenológica del cultivo ha sido referida como el único factor que influye en los cambios en el crecimiento de la población de *S. spinki* (Ramos y Rodríguez 2001), no se puede descartar la influencia de los factores climáticos. El clima determina la selección del momento de siembra del arroz y por consiguiente, el momento en que ocurre cada fase fenológica (Miranda *et al.* 2003).

El análisis de los componentes principales evidencia que la fase fenológica, las temperaturas y la cantidad de depredadores causan un 42,8% de las fluctuaciones ocurridas en la densidad de población de *S. spinki*. Cabe mencionar que las precipitaciones aparecen como la segunda variable climática de mayor influencia en las variaciones poblacionales del agroecosistema en estudio (Miranda *et al.* 2003).

Dispersión

Las hembras fertilizadas de *S. spinki* se ubican en las puntas de las hojas, se paran en el cuarto par de patas y se dejan llevar por el viento a grandes distancias, logrando colonizar nuevas áreas. El agua, maquinaria agrícola, herramientas, ropa y los insectos son también medios de transporte para invadir nuevas áreas (Santos *et al.* 2002).

Enemigos naturales

En relación con el posible combate biológico de *S. spinki*, se ha detectado un parásito interno, al que se ha considerado tentativamente como un protozooario. Igualmente se han encontrado unas estructuras globulares en el interior del mismo ácaro, las que se identificaron como un parásito de posición taxonómica desconocida (Cabrera *et al.* 2005).

Ramos y Rodríguez (2002) consideraron la distribución y abundancia relativa de los ácaros depredadores presente en el cultivo y las malezas en condiciones de arroz seco. La mayor población de la plaga, se encontró en las vainas de las hojas dos y tres, mientras que la población de los depredadores se distribuyó de manera general en las mismas vainas. Predominaron los ácaros de las familias Phytoseiidae, Ascidae y Laelapidae. Igualmente se determinó como especies potenciales de uso en el combate biológico a: *Neoseiulus baraki* Athias Henriot, *Neoseiulus paraibensis* Moraes y McMurtry, *Asca pineta* De León y *Aceodromus asternalis* Linné.

Estudios realizados por Almaguel *et al.* (2003) en Cuba, determinan que entre los enemigos naturales de *S. spinki* predominan los ácaros sobre los trips, alcanzando éstos un promedio por plantas entre 0 a 3,3 de acuerdo con los períodos de lluvias y etapas del cultivo durante el año, concluyendo que la población durante el año es baja en las distintas fechas de siembra y variedades. Rara vez estos enemigos naturales están presentes en ausencia de *S. spinki*. Para Cuba han sido definidas más de ocho especies de ácaros depredadores (Almaguel *et al.* 2003). Según Santos *et al.* (2002), se observaron en Taiwán ácaros depredadores (Ascidae, Phytoseiidae) durante todo el año alrededor de *S. spinki* y otros tarsonémidos.

Cabrera *et al.* (2005) determinaron la presencia de *Hirsutella nodulosa* Petch como parásito del ácaro tarsonémido del arroz *S. spinki*, abriendo así la posibilidad de utilizar a este hongo para el combate biológico. Dicho hallazgo constituye la primera cita en Cuba y probablemente a nivel mundial, de la relación parasitaria entre ambas especies.

Hospedantes alternos

Los hospedantes silvestres del ácaro *S. spinki* informados para las condiciones de la República Popular de China son: *Eleusine indica*, *Lingnania chunggi*, *Schizostachyum funghumi*, *Imperata cylindrica*, *Leersia hexandra* y *Paspalum* sp.; en zonas donde a partir de noviembre no hay plantaciones de arroz

(restos, socas u otros) que puedan garantizar la sobrevivencia del ácaro, durante el invierno. En estas condiciones la población del ácaro (especialmente las hembras adultas), migran a esos hospedantes silvestres para sobrevivir y no se desarrollan hasta el inicio de la primavera donde se restablecen las condiciones favorables para su multiplicación (Socorro y Almaguel 1997).

Con el propósito de entender la forma de infestación de *S. spinki*, Kang-Chen y Chyi-Chen (1977), realizaron muestreos de poáceas, capa de suelo superficial, tallo y planta de retoño. Los resultados mostraron que la presencia del ácaro no es frecuente sobre las malezas gramíneas debido a insuficientes condiciones nutricionales, por lo que no parasita por largo tiempo y al fin no produce otra generación. Además se encontró, que en la superficie del suelo los especímenes de *S. spinki* son en su mayoría hembras adultas. El cuerpo es más pequeño y flaco y se mueve rápido en busca de plantas para hospedarse.

Muestreos realizados en zonas arroceras de la India por Rao y Prakash (2002), indicaron la presencia de el ácaro *S. spinki* en *Schoenoplectus articulatus* (Linn.) Palla (Cyperaceae). Esta planta Cyperaceae convierte la familia botánica, en objetivo de investigación por su gran número de especies presentes en las zonas arroceras de Costa Rica, como posibles hospedantes del ácaro del arroz.

En la búsqueda de hospedantes de *S. spinki*, Torre *et al.* (2002) en Cuba, procesaron diferentes plantas de la familia Poaceae colectadas tanto en arrozales como en otros hábitat. No se observó la presencia de *S. spinki*, pero se detectó *Steneotarsonemus furcatus* De León, ácaro de color semejante, pero de menor talla. Al microscopio *S. furcatus* presenta marcadas diferencias morfológicas con respecto al ácaro *S. spinki*. Hasta la fecha en Costa Rica no existen informes que indiquen la presencia de *S. furcatus*.

Según Álvarez (2004) en Costa Rica, *S. spinki* solo se desarrolla en el género *Oryza*, que incluye los llamados “arroz contaminantes” y “arroz rojo”. El “arroz rojo” (*Oryza sativa* L.) es muy susceptible y en plantaciones nuevas sembradas con FEDEARROZ 50 e infestadas con “arroz rojo”, se observa

primero el ácaro que en la variedad comercial. Es común observar altas infestaciones del ácaro en “arroz rojo” y arroz voluntario que crece en los camellones y bordes de los canales en cultivos de Costa Rica. Recientemente, en el 2004, fueron colectados huevos, larvas y ninfas de *S. spinki* sobre la planta invasora *Oryza latifolia* Desv., común en los cultivos de arroz en Costa Rica y Panamá; determinándose que *S. spinki* completa su ciclo de vida en ese hospedero (Santos *et al.* 2004).

Bajo las condiciones de Cuba, *S. spinki* se detectó en plantas de *Echinochloa colonum* (L.), *Panicum purpuracens* Raddi y *Amaranthus spinosus* L. En los dos primeros hospedantes se informa escaso número de ejemplares, por lo que la presencia del ácaro en estas plantas puede ser tomada como algo casual o accidental. Es interesante haberlo encontrado dentro de inflorescencias de *A. spinosus* (Amaranthaceae), pues se tienen informes de que estos ácaros solo habitan comúnmente dentro de vainas de las hojas de gramíneas. Los individuos de esa muestra estaban perfectamente formados y en buena población de ambos sexos. La explicación más racional es que estuvieran en un refugio transitorio (Torre *et al.* 2005).

LITERATURA CITADA

- Almaguel, L; Torre, PE de la; Cáceres, I. 2004.** Suma de temperaturas efectivas y potencial de multiplicación del ácaro del vaneado del arroz (*Steneotarsonemus spinki*, Smiley) en Cuba. *Fitosanidad* 8(1): 37-40.
- Almaguel, L; Santos, A; Torre, PE de la; Botta, E; Hernández, J; Cáceres, I; Ginarte, A. 2003.** Dinámica de población e indicadores ecológicos del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley 1968 (Acari: Tarsonemidae) en arroz de riego en Cuba. *Fitosanidad* 7(1): 23-30.
- Almaguel, L; Hernández, J; Torre, PE de la; Santos, A; Cabrera, RI; García, A; Rivero, LE; Báez, L; Ginarte, A. 2000.** Evaluación del comportamiento del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en los estudios de regionalización desarrollados en Cuba. *Fitosanidad* 4(1):15-19.
- Álvarez B., F. 2004.** Apreciaciones sobre el ácaro blanco del arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley). Informe Servicio Fitosanitario del Estado, MAG (Costa Rica), 24 de junio de 2004. 3 p.

- Cabrera, RI; García, A; Otero-Colina, G; Almaguel, L; Ginarte, A. 2005.** *Hirsutella nodulosa* y otros hongos asociados al ácaro tarsonémido del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en Cuba. *Folia Entomol. Mex.* 44(2): 115-121.
- Chen, CN; Cheng, CC, Hsiao, K. 1979.** Bionomics of *Steneotarsonemus spinki* attacking rice plants on Taiwan. *Recent Advances in Acarology.* 1: 111-117.
- Cheng, Ch; Su, W, Ho, K. 1980.** Bionomic of the rice tarsonemid mite (*Steneotarsonemus spinki*) and its relation to rice sterile-grain syndrome, a review. *Plant. Prot. Bull., Taiwán.* 22(1): 63-82.
- Kang-Chen, L; Chyi-Chen, H. 1977.** Estudio sobre tarsonémido *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). *National Science Council Monthly* 4(4). 21 p.
- Lo K., CH; Ho, CH. 1979.** Ecological observations on rice Tarsonemidae mite *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). *J. Agric. Res. China* 28(3): 181-192.
- Miranda C.; I; Ramos L., M; Fernández, BM. 2003.** Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 9: 34-37.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 2002.** Bioecología de *Steneotarsonemus spinki* Smiley y estrategia de manejo mediante ácaros biorreguladores. Resúmenes de sesiones orales: Taller de plagas emergentes. *Rev. Protección Veg.* 17(3): 165-178.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 2001.** Aspectos biológicos y ecológicos de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 61: 48-52.
- Rao, J; Prakash, 2002.** A. Paddy field leed, *Schoenoplectus articulatus* (Linn.) Palla (Cyperaceae): a new host of tarsonemidae mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley and panicle thrips, *Haplothrips ganglbaureri* Schmutz. *Journal of Applied Zoological Researches*, 13(2): 174-175.
- Reyes H., LA. 2005.** Ácaro del vaneamiento del arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Prostigmata: Tarsonemidae). CIAT. Disponible en: <http://www.flar.org/pdf/foro-agosto-pdf05/acaro.pdf>. Consultado el 10 de febrero de 2007.
- Santos M., R; Navia, D; Cabrera, RI. 2004.** *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Prostigmata: Tarsonemidae) una amenaza para el cultivo de arroz en Brasil. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). Documentos 117. Brasilia, DF. ISSN 01020110. 54 p.

- Santos H., A; Almaguel R., L; Torre S., PE de la; Cortiñas A., J; Cáceres S., I. 2002.** Ciclo biológico del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. Fitosanidad 6(2): 15-18.
- Santos, A; Almaguel, L; Torre, PE de la; Cáceres, I. 2001.** Longevidad y fecundidad de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en el cultivo del arroz en Cuba. Fitosanidad 5(3): 17-19.
- Socorro, M; Almaguel, L. 1997.** Informe de la misión técnica sobre el cultivo del arroz a la Republica Popular China. 21 p.
- Torre S., PE de la; Botta F., E; Almaguel R., L. 2005.** Colectas acarológicas realizadas por la sanidad vegetal en la Provincia de La Habana. Fitosanidad 9(3): 3-11.
- Torre, PE de la; Almaguel, L; Cáceres, I. 2002.** Nuevas plantas hospedantes de *Steneotarsonemus furcatus* De León (Acari: Tarsonemidae). Revista Protección Vegetal 17(3): 226.
- Tseng, YH. 1985.** Mites associated with weeds, paddy rice and upland rice fields in Taiwan. Acarology. VI (2): 770-780.

CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN EN CAMPO DE PLANTAS HOSPEDANTES DE *Steneotarsonemus spinki*

Jean Alexander Gamboa Tabares

DETERMINACIÓN EN CAMPO DE PLANTAS HOSPEDANTES DE
Steneotarsonemus spinki

RESUMEN. *Steneotarsonemus spinki* constituye una de las plagas de reciente aparición y de las más notables para el arroz en Costa Rica. El objetivo de este trabajo fue determinar las arvenses asociadas a campos de arroz en Costa Rica, que sirven de hábitat al ácaro *S. spinki*. Entre agosto y septiembre de 2007 se tomaron muestras de plantas asociadas a 16 campos de arroz *Oryza sativa*, en cuatro zonas arroceras: Brunca, Pacífico Central, Huetar Atlántico y Chorotega; afectados por altas densidades poblacionales del ácaro *S. spinki*. Con la ayuda de estereoscopio se determinó la presencia de *S. spinki* en las especies arvenses *Echinochloa colona*, *Eleusine indica*, *Oryza latifolia* y *Rottboellia cochinchinensis*; y densidades poblacionales de 0,4, 0,1, 13,2 y 0,2 ácaros/planta, respectivamente.

Palabras clave: *Oryza sativa*, *Steneotarsonemus spinki*, plantas hospedantes.

ABSTRACT. *Steneotarsonemus spinki* is one of the emerging pests and the most significant for rice in Costa Rica. The objective of this study was to determine plants associated with rice fields in Costa Rica, which serve as hosts to *S. spinki*. Plants associated to 16 rice fields infected with high population densities of *S. spinki*, were sampled in four regions: Brunca, Pacífico Central, Huetar Atlántico, and Chorotega, between August and September 2007. The presence of the rice mite *S. spinki* was registered in *Echinochloa colona*, *Eleusine indica*, *Oryza latifolia* and *Rottboellia cochinchinensis*, with population densities of 0,4, 0,1, 13,2, and 0,2 mites per plant, respectively.

Key words: *Oryza sativa*, *Steneotarsonemus spinki*, host plants.

INTRODUCCIÓN

Los tarsonémidos constituyen uno de los grupos de ácaros de mayor importancia para el hombre en la agricultura, por constituir plagas de muchos cultivos. Entre los géneros de más interés se encuentra *Steneotarsonemus*, de amplia distribución mundial, y el segundo en número de especies (60) dentro de la familia. Se ha informado de varias especies de ácaros pertenecientes a la familia Tarsonemidae que se encuentran en arroz: *Steneotarsonemus spinki* Smiley, *Steneotarsonemus furcatus* De León y *Steneotarsonemus spirifex* Marchal (Reyes 2005). El ácaro fitófago *S. spinki* se encontró en Costa Rica en agosto de 2004 (Barquero 2004) como parte del complejo de organismos causantes del vaneado de la panícula y la pudrición de la vaina de arroz.

El ácaro *S. spinki* se establece en las plantas y con ayuda de sus quelíceros succiona directamente el contenido de células epidérmicas de las hojas, lo que disminuye la capacidad fotosintética y produce alteraciones en el crecimiento de las plantas. En las hojas afectadas se incrementa agudamente la transpiración, se rompe el balance hídrico y se interrumpe el proceso de fotosíntesis. Además, provoca daños indirectos al ser diseminador de hongos y bacterias; así como por la inyección de tóxicos en el proceso de alimentación. Se ha observado que en los daños mecánicos producidos por este fitófago aparecen síntomas muy severos de organismos oportunistas que agudizan el cuadro de daño y pérdidas de calidad y cantidad de la producción (Almaguel 2002).

En los países afectados por este ácaro, se recomienda la implementación de métodos de manejo integrado basados fundamentalmente en la eliminación de los restos de cosechas y de arvenses asociadas al cultivo, uso racional de los fertilizantes nitrogenados, conservación y aumento de los enemigos naturales, siembra de los campos colindantes con un período no menor de tres semanas de diferencias y empleo de variedades resistentes, y como última alternativa se plantea la utilización de productos químicos. Este método de manejo integrado de plagas (MIP) es definido por Hilje (1995) como una noción o estrategia, de carácter preventivo y perdurable, que combina varias tácticas compatibles para

reducir las poblaciones de organismos a niveles que no causen pérdidas económicamente importantes, con efectos negativos mínimos sobre el ambiente o la salud humana.

En lo referente a la posible relación *S. spinki*-plantas hospedantes, es necesario analizar cuán adecuada es cada planta hospedante para la supervivencia, desarrollo y reproducción del ácaro, lo que en gran parte define el potencial para aumentar sus poblaciones. Posteriormente es conveniente estudiar la biología de *S. spinki* sobre las especies hospedantes y así poder determinar el papel que juega cada especie en la problemática provocada por el ácaro en los agroecosistemas arroceros costarricenses. Y un tercer componente relacionado con este problema, es el efecto que cada planta hospedante pueda tener sobre la interacción del ácaro fitófago y sus enemigos naturales (interacción de tres niveles tróficos).

Las plantas hospedantes de *S. spinki* registradas en la literatura para diferentes países, incluyen 11 especies de plantas pertenecientes a tres familias botánicas: *Eleusine indica*, *Lingnania chungii*, *Schizostachyum funghomii*, *Imperata cylindrica*, *Leersia hexandra*, *Paspalum* sp., *Oryza latifolia*, *Echinochloa colona*, y *Panicum purpuracens*, de la familia Poaceae; *Amaranthus spinosus*, de la familia Amaranthaceae; y *Schoenoplectus articulatus*, de la familia Cyperaceae. Muchos de estos registros no indican datos referenciales ni procedencia de la información sobre el material estudiado, por lo que la información a ser corroborada resulta insuficiente.

El estudio de plantas hospedantes contribuirá a definir la importancia de éstas en el manejo integrado de ácaros plagas y en la toma de decisiones para el manejo y combate de *S. spinki*. Por estas razones, la presente investigación ha propuesto determinar las plantas asociadas a campos de arroz en Costa Rica, que sirven de hábitat al ácaro *S. spinki*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización geográfica y temporal

El estudio en campo de plantas hospedantes de *S. pinki* se realizó durante los meses de agosto y septiembre de 2007. Se evaluaron 16 campos de arroz, distribuidos en cuatro regiones arroceras de Costa Rica: Brunca, Pacífico Central, Huetar Atlántica y Chorotega. Cuadro 1 indica algunas características ambientales de los predios muestreados en cada región arroceras.

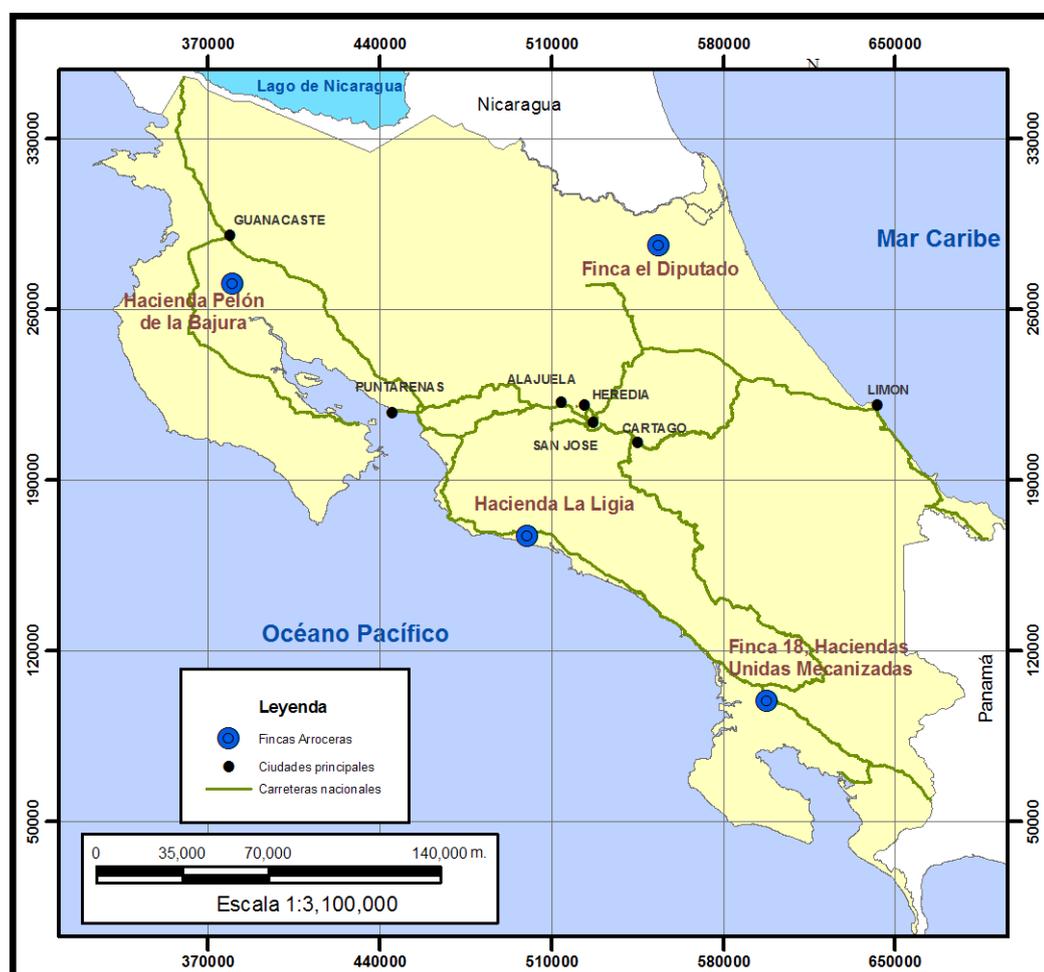


Figura 1. Ubicación de predios muestreados en Costa Rica

Cuadro 1. Características ambientales de los lugares de muestreo

Región	Provincia	Cantón	Predio	Altitud (m.s.n.m)	Precipitación promedio anual (mm)	Temperatura promedio anual (°C)	Zona de vida según clasificación de Holdridge *
Brunca	Puntarenas	Osa	Finca 18 Haciendas Unidas Mecanizadas	0 – 100	4000	25	Bmh-P6
Pacífico Central	Puntarenas	Parrita	La Ligia	0 - 100	3000	25	bh-T2
Huetar Atlántico	Heredia	Sarapiquí	El Diputado	0 – 100	4500	25	bmh-T
Chorotega	Guanacaste	Liberia - Bagaces	Hacienda Pelón de la Bajura	0 – 100	2000	27	bh-P6

Fuente: Holdridge (1993).

* bmh-P6: bosque muy húmedo premontano transición a basal, bh-T2: bosque húmedo tropical transición a perhúmedo, bmh-T: bosque muy húmedo tropical, bh-P6: bosque húmedo premontano transición a basal.

Muestreo

La selección de los campos de arroz muestreados se basó en dos condiciones: campos de arroz donde hubo ácaros *S. spinki* en la cosecha anterior y campos donde está el ácaro atacando plantas de arroz al momento de muestreo. El Cuadro 2 resume algunas características de los campos muestreados.

En cada campo se identificaron y seleccionaron sitios con vegetación en: bordes, entrada maquinaria, interior y canal de drenaje. Para cada sitio, se estableció un punto de muestreo circular de ocho metros de radio, es decir de aproximadamente 201 m²; y se recolectaron en cada punto tres plantas por especie silvestre presente. Mediante uso de bisturí, se tomaron de cada planta tres muestras (cuatro centímetros cada una) de: vainas de hojas, inflorescencias y frutos, para la búsqueda de *S. spinki*.

Cada una de las muestras se observó a través del estereoscopio (Olympus Tokio Japan 219719) a 20X, en búsqueda de *S. spinki*. Los individuos fueron capturados mediante utilización de pincel de punta fina (número 00). Los huevos, estados inmaduros y adultos del ácaro fueron contados y depositados en frascos con alcohol al 75% como medio de preservación.

Cuadro 2. Características de los campos muestreados en distintas regiones arroceras de Costa Rica

No.	Predio	Nombre de campo muestreado	Área (hectáreas)	Condición de campo
1	Finca 18 H.U.M	24	151,5	Floración
2	Finca 18 H.U.M	22	44,1	Maduración
3	Finca 18 H.U.M	Paniagua	51,4	15 días después de cosecha
4	La Ligua	Coyoles	3,5	15 días después de cosecha
5	La Ligua	Río Melón Bajo – Barbudal	10,6	Siete días después de cosecha
6	La Ligua	Misteriosa	17,0	Embuchamiento
7	La Ligua	Cola de venado	18,5	Floración
8	La Ligua	Naranja Bajo – Maternidad Bajo	33,3	Un mes después de cosecha
9	El Diputado	El Diputado	37,0	Primordio
10	El Diputado	La Plaza	13,0	Primordio
11	El Diputado	Los Zúñiga 1	30,0	Maduración
12	El Diputado	Los Zúñiga 2	40,0	Maduración
13	Hacienda Pelón de la Bajura	Jobo Cutacha	142,0	Un mes después de cosecha
14	Hacienda Pelón de la Bajura	Río Seco 3	70,0	Arroz voluntario
15	Hacienda Pelón de la Bajura	Bambú 1 y 2	140,0	Arroz voluntario
16	Hacienda Pelón de la Bajura	Parcelas	40,0	Macollamiento

Montajes e identificación taxonómica de *S. spinki*

Los individuos capturados y colocados en medio de preservación (Alcohol 75%), se llevaron al Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional – Sede Central, para los respectivos montajes en medio Hoyer. Debido a que los ácaros fueron conservados en alcohol al 75%, se lavaron con agua al momento de hacer los respectivos montajes, para evitar encogimientos posteriores. En una gota de la solución del medio del montaje puesta en el centro del portaobjeto, se colocaron hasta cinco ácaros y se les hizo descender con ayuda de la punta de un pincel fino al fondo de la gota; allí quedaron en la forma y orden deseado. Inmediatamente se taparon con un cubreobjeto circular de 12 mm de diámetro. Luego de montar una serie de láminas correspondientes a la misma muestra se procedió a rotular las laminillas. Se colocaron dos etiquetas; en la de la izquierda se escribieron los datos de recolección con tinta indeleble (fecha, localidad, hospedero, colector), y en la de la derecha, el número de colección y la identificación. Finalmente las láminas fueron secadas en estufa a 45°C durante cuatro días y, posteriormente, selladas y almacenadas en posición horizontal dentro de cajas de madera para colecciones de ácaros.

La identificación de la especie, se realizó mediante la clave de Smiley *et al.* (1993). Esta clave ilustrada incluye especies de ácaros del género *Steneotarsonemus* (familia Tarsonemidae) que son plagas en el hemisferio occidental, tales como: *S. brasiliensis*, *S. hyaleos* Beer, *S. furcatus* De León, *S. friedmani* Smiley, *S. bancrofti* (Michael), *S. spinki* Smiley, *S. kruseae* Ochoa, *S. konoii* Smiley, *S. phyllophorus* (Ewing), *S. paspali* De León, y *S. spirifex* Marchal.

Caracterización poblacional

Las características poblacionales de *S. spinki* en plantas hospedantes fueron evaluadas mediante las siguientes variables: número de individuos/estadio en hojas, número de individuos/estadio en flores y número de individuos/estadio en frutos. Se realizó el conteo total de individuos y por estadios encontrados en las muestras de plantas tomadas, para cada especie silvestre, y se evaluaron las

siguientes variables: número total de huevos, número de individuos en estados inmaduros, hembras adultas y machos adultos encontrados.

Para el análisis de la información recopilada se utilizaron técnicas de estadística descriptiva que permitieron determinar diferencias entre: preferencia del ácaro por plantas hospedantes encontradas y número de especies hospedantes en las regiones arroceras muestreadas. Con la información obtenida de la presencia de *S. spinki* y número de individuos por estadio encontrados en vainas de hojas, inflorescencias y frutos, se determinó el hábitat preferencial del ácaro en cada especie hospedante y la proporción poblacional entre cada fase del ciclo de desarrollo y la población total encontrada.

Finalmente, de acuerdo con la información obtenida, fueron seleccionadas las dos especies de plantas arvenses con mayor potencial hospedante para *S. spinki*. Estas dos especies fueron evaluadas posteriormente, para determinar la duración del ciclo de vida del ácaro y así poder concluir acerca de la existencia de plantas hospedantes en las zonas arroceras de Costa Rica, que permiten que el ácaro sobreviva en épocas donde no están establecidos los campos de arroz.

RESULTADOS

Muestreo

Se realizó la búsqueda de *S. spinki* en 60 especies de plantas asociadas a 16 campos de arroz en Costa Rica, de las que cuatro especies de arvenses de importancia en el cultivo de arroz, pertenecientes a la familia Poaceae, presentaron presencia de *S. spinki*. Las familias botánicas con mayor número de especies muestreadas fueron Poaceae, Cyperaceae y Asteraceae, con 22, 11 y 5 especies, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Relación de plantas muestreadas y plantas con presencia de *S. spinki* en campos de arroz

Nombre científico	Familia	Nombre común	<i>S. spinki</i>
<i>Alternanthera polygonoides</i> (L.) R. Br.	Amaranthaceae	Botoncillo	-
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae	Bledo espinoso	-
<i>Anthephora hermaphrodita</i> (L.) Kuntze	Poaceae	Falso abrojo	-
<i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C. Gregory	Fabaceae	Falso maní	-
<i>Canna indica</i> L.	Cannaceae	Achira	-
<i>Caperonia palustris</i> (L.) A. St.-Hil.	Euphorbiaceae	Caperonia	-
<i>Cassia tora</i> L.	Fabaceae	Casia	-
<i>Chloris radiata</i> (L.) Sw.	Poaceae	Cola de zorro	-
<i>Cleome viscosa</i> L.	Capparaceae	Cleome	-
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don.	Melastomataceae	Peludo	-
<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Coco	-
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	Hierba de pollo	-
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	Zacate bermuda	-
<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst	Poaceae	Estrella	-
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	Cyperaceae	Tres filos	-
<i>Cyperus ferax</i> Rich.	Cyperaceae	Coyolillo	-
<i>Cyperus flavus</i> J. Presl & C. Presl	Cyperaceae		-
<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae	Sontol	-
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.	Cyperaceae	Coyolillo	-
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Coyolillo	-
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Poaceae		-
<i>Digitaria</i> sp.	Poaceae	Alambrillo	-
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Poaceae	Arrocillo	+
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	Asteraceae	Botoncillo	-

Cuadro 3. Continuación. Relación de plantas muestreadas y plantas con presencia de *S. spinki* en campos de arroz

Nombre científico	Familia	Nombre común	<i>S. spinki</i>
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	Pata de gallina	+
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Asteraceae	Clavelillo	-
<i>Erechtites hieracifolius</i> (L.) Raf. Ex DC.	Asteraceae	Hierba de cabro	-
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl.	Cyperaceae	Pelo de chino	-
<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.	Cyperaceae	Pelo de chino	-
<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P. Beauv.	Poaceae	Caña brava	-
<i>Hedychium coronarium</i> J. König	Zingiberaceae		-
<i>Heliotropium indicum</i> L.	Boraginaceae	Alacrancillo	-
<i>Hemidiodia ocyimifolia</i> (Willd. Ex Roem. & Schult.) K. Schum	Rubiaceae	Chiquizá	-
<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	Pontederiaceae	Lirio	-
<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	Poaceae	Zacate amargo	-
<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	Poaceae	Zacate manchado	-
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	Cyperaceae	Fosforito	-
<i>Leptochloa filiformis</i> (Pers.) P. Beauv.	Poaceae	Plumilla	-
<i>Leptochloa uninervia</i> (J. Presl.) Hitchc. & Chase	Poaceae	Plumilla	-
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	Onagraceae	Clavito	-
<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H. Hara	Onagraceae	Clavito	-
<i>Mimosa pigra</i> L.	Fabaceae	Zarza	-
<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan	Commelinaceae	Cangrejillo	-
<i>Oryza sativa</i> L.	Poaceae	Arroz	+
<i>Oryza latifolia</i> Desv.	Poaceae	Arroz pato	+
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Poaceae	Pasto guinea	-
<i>Paspalum fasciculatum</i> Willd. Ex Flügge	Poaceae	Gamalote	-
<i>Paspalum virgatum</i> L.	Poaceae	Zacate de burro	-
<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	Piperaceae	Lombricilla	-
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Euphorbiaceae	Tamarindillo	-
<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	Farolito chino	-
<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (B. Juss. Ex Aubl.) C.F. Baker	Asteraceae	Oreja de burro	-
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Poaceae	Zacate indio	+
<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae	Caña de azúcar	-
<i>Scleria melaleuca</i> Rchb. ex Schldl. & Cham.	Cyperaceae	Navajuela	-
<i>Scleria pterota</i> C. Presl.	Cyperaceae	Quiebra muela	-
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvaceae	Escobilla	-
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Poaceae	Sorgo	-
<i>Tridax procumbens</i> L.	Asteraceae	Hierba del toro	-
<i>Urochloa mollis</i> (Sw.) Morrone & Zuloaga	Poaceae		-

De las especies arvenses encontradas con presencia de *S. spinki*, *E. colona* tuvo la mayor frecuencia de muestreo con un total de 90 plantas, de las que se evaluaron 270 muestras de vainas de hojas e igual número de inflorescencias. En

las plantas positivas, el número máximo de individuos encontrado fue de 17 y el mínimo de uno.

La especie *O. latifolia*, fue la arvense que presentó el mayor número de individuos de *S. spinki*. En total fueron muestreadas 60 plantas de la especie, y evaluadas 180 muestras de vainas de hojas e igual número de inflorescencias. El número de individuos por planta encontrado osciló entre 1 y 118.

De las arvenses *E. indica* y *R. cochinchinensis*, fueron muestreadas 54 y 39 plantas, respectivamente. Las plantas con presencia de *S. spinki* presentaron entre uno y tres individuos por planta.

El hábitat preferencial de *S. spinki* en las plantas hospedantes encontradas fueron las vainas de hojas, y solamente en dos ocasiones fueron halladas hembras en inflorescencias de *E. colona*. La mayor presencia del ácaro se observó en áreas de bordes de los campos evaluados, seguido de los sitios por donde ingresa la maquinaria a realizar labores agrícolas.

Caracterización poblacional

Los muestreos sobre plantas de arroz comercial y residuos de cosecha de *O. sativa*, indicaron densidades de *S. spinki* para las regiones Brunca, Pacífico Central, Huetar Atlántico y Chorotega de 37,8, 23,1, 34,2, 35,7 ácaros/planta, respectivamente (Fig. 2). Es necesario aclarar que el valor promedio por planta, se toma teniendo en cuenta solamente las poblaciones encontradas en 12,0 cm de longitud provenientes de tres vainas de hojas evaluadas. En general, la densidad del ácaro en plantaciones de arroz comercial establecidas es de 28,9 ácaros/planta y para residuos de cosecha (socas) de 34,8 ácaros/planta.

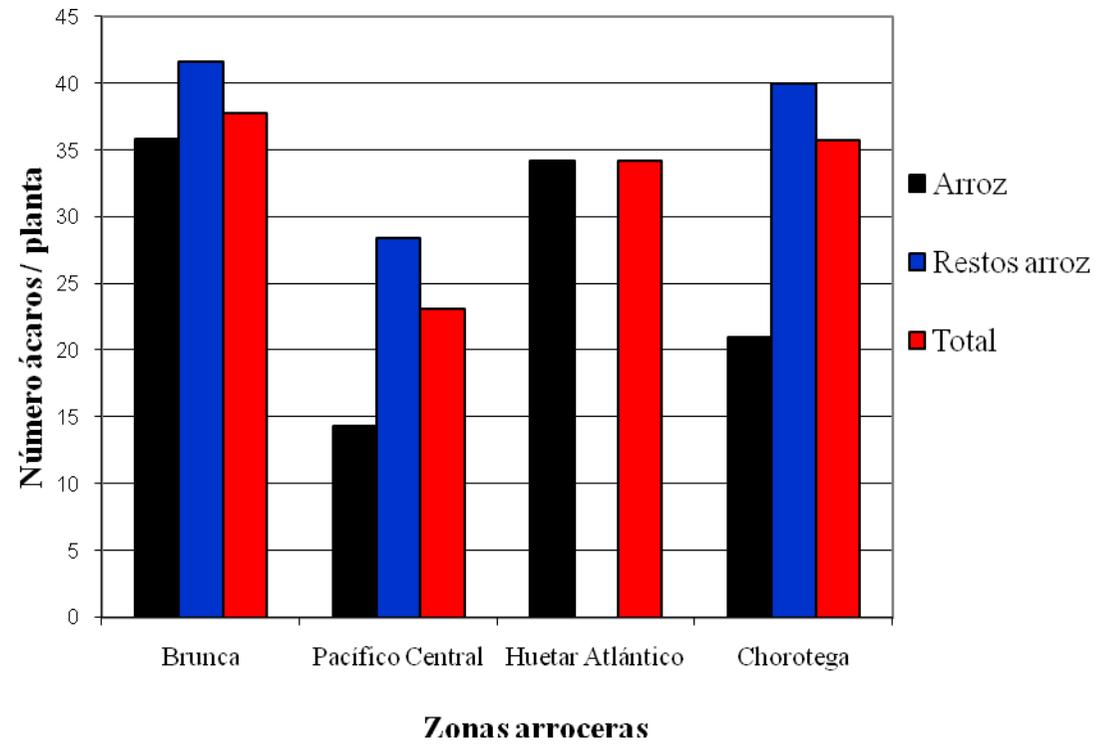


Figura 2. Densidad poblacional de *S. spinki* en *Oryza sativa*, en cuatro zonas arroceras de Costa Rica

En el Cuadro 4 se muestra el número total de individuos encontrados, número de huevos, estados inmaduros (larvas activas + larvas inactivas), adultos hembras y adultos machos, hallados en plantas de arroz comercial y en especies arvenses asociadas a campos de arroz. Solamente en *O. sativa* y *O. latifolia* se encontraron todos los estados del ciclo de vida de *S. spinki*, y con menor densidad poblacional en *O. latifolia*. En *E. colona* hubo presencia de hembras adultas del ácaro (uno a cuatro individuos/planta), y ocasionalmente poco número de huevos (uno a tres huevos/planta). Solamente fue posible la observación de una larva móvil sobre vainas de hojas de la especie. En *E. indica* y *R. cochinchinensis* se encontraron hembras de *S. spinki*, en baja densidad poblacional (uno a tres individuos/planta).

Cuadro 4. Presencia de *S. spinki* en arvenses asociadas al cultivo del arroz en cuatro zonas arroceras de Costa Rica

Especie hospedante	Huevos	Estados inmaduros	Machos	Hembras	TOTAL
<i>Oryza sativa</i>	1733	1608	435	584	4360
<i>Oryza latifolia</i>	126	377	57	234	794
<i>Echinochloa colona</i>	9	1	0	23	33
<i>Eleusine indica</i>	0	0	0	8	8
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0	0	0	7	7

En este trabajo se encontró que *S. spinki* es abundante en *O. sativa* y *O. latifolia*, y se presenta ocasionalmente y en bajas densidades poblacionales en las otras tres especies arvenses asociadas a los campos de arroz en Costa Rica. La densidad de *S. spinki*, referida como el número de ácaros por plantas muestreadas, aparecen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Densidad de *S. spinki* por especie vegetal encontrada en cuatro zonas arroceras de Costa Rica

Especie	N	Número individuos / n
<i>Oryza sativa</i>	138	31,6
<i>Oryza latifolia</i>	60	13,2
<i>Echinochloa colona</i>	90	0,4
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	39	0,2
<i>Eleusine indica</i>	54	0,1

Es de destacar la alta densidad del ácaro (13,2) en todos sus estados de desarrollo sobre la arvense *O. latifolia*, así como la presencia de tres estados de desarrollo (huevo, larva móvil y adultos hembras) en *E. colona*. La baja densidad de *S. spinki* en *E. indica* y *R. cochinchinensis* y la presencia de solamente hembras, sugiere que estas dos especies arvenses son hospedantes ocasionales o accidentales, resultado de los mecanismos (viento, maquinaria, lluvias) de transporte del ácaro en los campos de arroz.

En los análisis gráficos de la estructura de población de *S. spinki* en plantas hospedantes (Fig. 3), se observa que en *O. sativa* y *O. latifolia* hay una tendencia similar en el porcentaje de individuos por planta que corresponden a machos adultos y estados inmaduros, y marcada diferencia en el porcentaje de hembras y huevos encontrados, con respecto a la población total encontrada en cada especie. En *E. colona* el mayor porcentaje de la población son hembras adultas; se observó bajo número de huevos y estados inmaduros, y no hubo presencia de machos adultos.

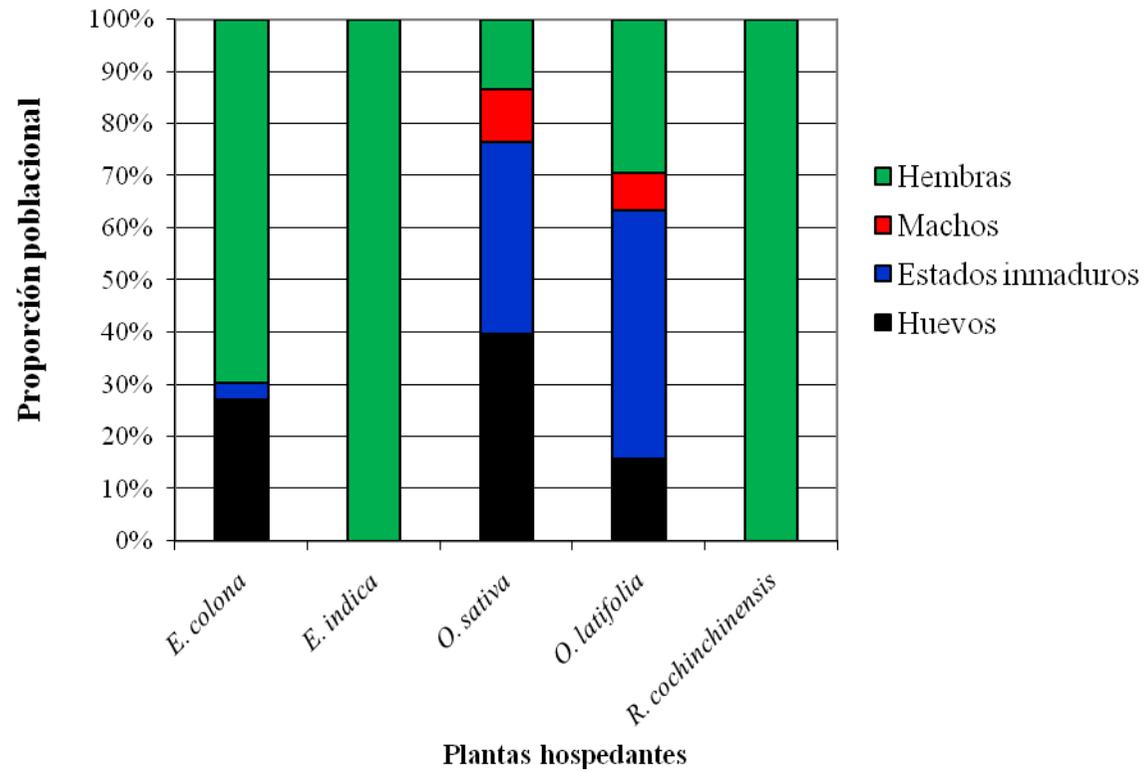


Figura 3. Proporción poblacional de *S. spinki* en plantas hospedantes arvenses presentes en agroecosistemas de arroz en Costa Rica

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El ácaro presente en las vainas de arroz y arvenses asociadas a los agroecosistemas muestreados de cuatro zonas de Costa Rica fue identificado como *S. spinki*. En el interior de las vainas de arroz se observó zonas necrosadas con altos niveles de la población del ácaro (huevos, estados inmaduros, adultos). De acuerdo con la metodología de muestreo empleada, se registraron las mayores poblaciones del ácaro en *O. sativa*, con un promedio general de 2,7 ácaros/cm². Sin embargo, este valor es bajo si se compara con algunos reportes que indican poblaciones promedio de 300 ácaros/cm² en las hojas banderas y de 85 ácaros/cm² en el resto de las vainas (Socorro y Almaguel 1997). La baja densidad del ácaro encontrada en plantas de arroz, se debe probablemente a que todos los campos muestreados habían sido sometidos días antes del muestreo, a combate químico del ácaro.

Se denomina arroz rojo a algunas poblaciones de *O. sativa* que se comportan como malezas en los agroecosistemas cultivados con arroz comercial. Es la maleza más dañina en los campos arroceros de todo el mundo, debido a su agresividad y difícil manejo (Diarra *et al.* 1985). El arroz rojo *Oryza sativa* L., es muy susceptible al ácaro, por lo que es común observar en éste altas infestaciones del ácaro en plantas que crecen en los camellones y bordes de los canales en campos de Costa Rica (Álvarez 2004). En el presente trabajo no se realizaron muestreos al arroz rojo, pues el objetivo de la investigación eran aquellas especies diferentes a *O. sativa* que pudieran hospedar de manera casual o alterna a *S. spinki*.

Con respecto a la presencia del ácaro en especies distintas al arroz, Álvarez (2004), concluyó que *S. spinki* solo se desarrolla en el género *Oryza* (arrocetes contaminantes y arroz rojo). Igualmente, Socorro y Almaguel (1997), informaron en su momento, que en los muestreos realizados en Cuba sobre plantas asociadas y botánicamente similares al arroz, no se ha encontrado otros hospedantes. Los mismos investigadores concluyeron que según los conocimientos adquiridos hasta esa fecha, no era probable que en las condiciones

de cultivo de dicho país (arroz todo el año) aparecieran arvenses infectadas por esta plaga. Sin embargo, Torre *et al.* (2005), detectaron a *S. spinki* en plantas de *E. colona*, *Panicum purpuracens* y *Amaranthus spinosus*. Es interesante haberlo encontrado dentro de inflorescencias de *A. spinosus*, pues se tienen informes de que estos ácaros solo habitan dentro de vainas de las hojas de gramíneas. Los individuos de esa muestra estaban perfectamente formados y en buena población de ambos sexos. Por lo anterior, es necesario que en los campos con incidencia de *S. spinki*, se realicen periódicamente muestreos sobre plantas asociadas a los agroecosistemas, pues posiblemente la necesidad extrema de fuentes alimenticias haga que el ácaro emigre a otras especies y se adapte temporalmente a nuevas condiciones alimenticias y de hábitat.

Las arvenses causan daños directos en el cultivo de arroz por la competencia de luz, agua y nutrimentos, lo que provoca disminución en la cosecha; e indirectos porque pueden ser hospederas de insectos-plaga, ácaros-plaga y enfermedades; y algunas producen compuestos alelopáticos que afectan el crecimiento normal del cultivo. En los agroecosistemas arroceros evaluados, las comunidades de arvenses presentaron mayor número de especies y familias en los bordes y canales de riego; por lo que estos sitios se convierten en hábitat ocasional para la sobrevivencia de *S. spinki* en momentos en los que *O. sativa* no está presente.

Se determinaron en campo como plantas hospedantes las arvenses: *O. latifolia*, *E. colona*, *E. indica* y *R. cochinchinensis*. De acuerdo con González *et al.* (1985) y Lallana (1989), en Latinoamérica, *E. colona* y *E. indica* se consideran especies agresivas y frecuentes, que ocasionan pérdidas significativas en campos de arroz. Suárez *et al.* (2004) incluye dentro de este importante grupo, la arvense *R. cochinchinensis*, la cual es una poácea anual, de crecimiento rápido y altamente competitiva con el cultivo de arroz. Estas especies arvenses con presencia del ácaro *S. spinki*, se presentan con mayor frecuencia en los bordes, convirtiéndose en fuentes de infestación del ácaro hacia el campo de cultivo.

Informes de Santos *et al.* (2004), indican que durante el año 2004, fueron colectados huevos, larvas y ninfas de *S. spinki* sobre la planta invasora *O. latifolia*, común en los cultivos de arroz en Costa Rica y Panamá; y concluyó que *S. spinki* completa su ciclo de vida en ese hospedero. Sin embargo, el informe no detalla las características poblacionales encontradas de *S. spinki* sobre la especie hospedante.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, con respecto a las características hospedantes de la arvense *O. latifolia*, confirman que las condiciones de hábitat y alimentación permiten la culminación del ciclo de vida de *S. spinki*. El número de hembras encontrado en *O. latifolia* es relativamente mayor al encontrado en *O. sativa*, debido quizás a que gran porcentaje de los campos evaluados se encontraban en etapas finales de cosecha. Bajo estas condiciones las hembras del ácaro migran a hospedantes ocasionales y alternos por modificaciones en las condiciones de hábitat y alimentación en las plantas de arroz. Al analizar en *O. latifolia* el porcentaje de la población total encontrada correspondiente a machos y estados inmaduros, existe similitud con la encontrada en *O. sativa*. El porcentaje de huevos encontrado de manera general en los muestreos, indicaron menor número de huevos en *O. latifolia*. Con respecto al número de individuos total encontrado en las especies hospedantes del género *Oryza*, se puede concluir que *O. latifolia*, hospeda un 41,9% de la población de *S. spinki* que normalmente se encuentra en *O. sativa*.

Se determinó la presencia del ácaro en la especie *E. colona*, hallándose hembras, huevos y para un caso una larva móvil, lo que indica que dentro de la gran diversidad de arvenses en los agroecosistemas arroceros tropicales, quizás esta especie se aproxima a los requerimientos nutricionales y de hábitat de *S. spinki*. Bajo las condiciones de Cuba, *S. spinki* también se detectó en plantas de *E. colona* con escaso número de ejemplares, por lo que la presencia del ácaro en esta especie fue descrita como algo casual o accidental (Torre *et al.* 2005). Es necesario realizar estudios de sobrevivencia del ácaro sobre la arvense, para determinar si se trata de una planta hospedante alterna u ocasional que permite la reproducción o sobrevivencia del ácaro.

Para la República Popular de China, Socorro y Almaguel (1997) informaron que el ácaro presenta como hospedantes silvestres a *E. indica* y otras cinco especies de la familia Poaceae. En este país a partir de noviembre no hay plantaciones de arroz que puedan garantizar la sobrevivencia del ácaro durante el invierno, por lo que en estas condiciones la población del ácaro (especialmente las hembras adultas), migran a estos hospedantes silvestres para sobrevivir y no se desarrollan hasta el inicio de la primavera donde se restablecen las condiciones favorables para su multiplicación. La arvense *R. cochinchinensis* no había sido informada como hospedante de *S. spinki* en otras investigaciones.

En las arvenses *E. indica* y *R. cochinchinensis*, los resultados indicaron que la presencia del ácaro no es frecuente, debido posiblemente a la insuficiente condición nutricional, por lo que no se hospeda por largo tiempo. No se observó evidencia posible de que pueda producir otra generación, pues los individuos son adultos hembras que se mueven rápido. Similares resultados fueron encontrados por Kang-Chen y Chyi-Chen (1977) en Taiwán, quienes realizaron un muestreo de plantas gramíneas, capa de suelo superficial, tallo y plantas de retoño, después de la segunda cosecha. Se encontró en la superficie del suelo que el ácaro *S. spinki* son casi todos adultos hembras. El cuerpo es más pequeño y flaco y se mueve rápido, en busca de plantas para hospedarse, por lo que el informe incluye datos que corresponden solamente a hembras inmigrantes.

Es necesario tener en cuenta que la presencia de hembras *S. spinki* en las especies *E. indica* y *R. cochinchinensis*, no es suficiente para determinar que sea o no una planta hospedante de importancia en el desarrollo o biología del ácaro. La diseminación del ácaro en el campo, se da de una planta a otra por medio de fuertes vientos, por el agua y por otros insectos; por lo que la presencia del ácaro en estas arvenses, puede ser resultado del azar en la diseminación provocada por estos medios. Por otro lado, se debe tener en cuenta el hecho de que *E. indica* fue reportada anteriormente con presencia de *S. spinki* (Socorro y Almaguel 1997), bajo las mismas características poblacionales (solo hembras adultas), lo que hace pensar que posiblemente esta especie sea utilizada como un hospedante que

permite la sobrevivencia por cortos lapsos de tiempo, mientras se establecen nuevas plantas de arroz en los campos.

Muestreos realizados en zonas arroceras de la India por Rao y Prakash (2002), indicaron la presencia de el ácaro *S. spinki* en *Schoenoplectus articulatus* (Linn.) Palla. En los muestreos realizados en el presente trabajo, fueron muestreadas diez especies pertenecientes a la familia cyperaceae, las cuales presentaron alta frecuencia en todos los agroecosistemas muestreados; sin embargo, no se obtuvo evidencia de colonización de *S. spinki* en ninguna de ellas.

Dentro de la diversidad de arvenses encontradas en los agroecosistemas arroceros de Costa Rica, solo cuatro especies interaccionan con *S. spinki*. Por lo anterior, se puede concluir que la práctica cultural de eliminación total de arvenses en los campos queda en duda, pues, los planes de manejo de arvenses, deben tener en cuenta que si determinada especie no se comporta como hospedante alterna, debe analizarse la función de dicha especie como fuente de alimentación y hábitat de los enemigos naturales del ácaro.

Es necesario fortalecer las técnicas de manejo de restos de cosecha en los campos arroceros evaluados. El estudio permitió determinar que las partes vivas de plantas cosechadas, se convierten en los principales focos de sobrevivencia e infestación de *S. spinki*, en los momentos del año en los que no hay plantaciones de arroz establecidas.

Se recomienda continuar con el diseño y desarrollo de investigaciones que tengan como objetivo fortalecer las estrategias de combate de *O. latifolia* y los distintos fenotipos de *O. sativa* agrupados como arroz rojo en campos arroceros de Costa Rica. La cercanía genética, y en especial la morfología y fisiología de estas arvenses, facilitan el desarrollo de las poblaciones de *S. spinki*, e igualmente dificultan su combate en las plantaciones de arroz.

La proporción de hembras encontradas, con respecto a las poblaciones totales de *S. spinki* en las especies *E. colona*, *E. indica* y *R. cochinchinensis*,

indicaron 70, 100 y 100%, respectivamente. Los resultados coinciden con lo informado por Almaguel *et al.* (2003), y se explican por la función biológica de las hembras de garantizar la reproducción sexual del ácaro, por lo que emigran a plantas hospedantes ocasionales.

Se recomienda en estudios posteriores, realizar ensayos que permitan evaluar la sobrevivencia, desarrollo y reproducción de *S. spinki* en las plantas hospedantes *O. latifolia* y *E. colona*. Lo anterior, con el objetivo de determinar el potencial que ofrecen estas especies para aumentar las poblaciones del ácaro plaga.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a las instituciones costarricenses: Corporación Arrocería Nacional (CONARROZ), Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), y a la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Costa Rica, por su financiación y colaboración en las actividades de campo y laboratorio desarrolladas. Al personal administrativo y de campo de los predios: Finca 18 Haciendas Unidas Mecanizadas, Hacienda La Ligia, Finca El Diputado y Hacienda El Pelón de la Bajura, por su enorme contribución a las labores de muestreo en los campos de arroz. A Israel Garita Cruz, Francisco Álvarez Bonilla, Víctor Manuel Cartín Leiva y Ruth León González, por las sugerencias y comentarios hechos durante la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

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

Almaguel R., L. 2002. Curso introductorio a la acarología aplicada: morfología, taxonomía y diagnóstico fitosanitario de ácaros de importancia agrícola. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). ISBN: 959-7111-24-1. Ciudad de la Habana, Cuba.

- Álvarez B., F. 2004.** Apreciaciones sobre el ácaro blanco del arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley). Informe Servicio Fitosanitario del Estado, MAG (Costa Rica), 24 de junio de 2004. 3 p.
- Barquero S., M. 2004.** Limón y Guanacaste: Severo ataque de ácaro del arroz. La Nación, San José, CR, agosto 3.
- Diarra, A; Smith, R; Talbert, R. 1985.** Interference of red rice (*Oryza sativa*) with rice (*Oryza sativa*). Weed Sci. 33: 644-649.
- González, J; Arregoces, O; Escobar, E. 1985.** Principales malezas en el cultivo de arroz en América Latina. En Arroz: investigación y producción. Capítulo VII. p. 419-444. CIAT. Cali, Colombia.
- Hilje, L. 1995.** Siete preguntas de actualidad sobre el manejo integrado de plagas en América Central. Agronomía mesoamericana 6: 169-178.
- Holdridge, LR. 1993.** Mapa ecológico de Costa Rica según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo. Centro Científico Tropical (CCT) / Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- Kang-Chen, L; Chyi-Chen, H. 1977.** Estudio sobre tarsonémido *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). National Science Council Monthly 4(4). 21 p.
- Lallana, VH. 1989.** Malezas el arroz en Sudamérica. Rev. Facultad de Agronomía, UBA. 10(1-2): 87-94.
- Rao, J; Prakash, 2002.** A. paddy field leed, *Schoenoplectus articulatus* (Linn.) Palla (Cyperaceae): a new host of tarsonemidae mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley and panicle thrips, *Haplothrips ganglbaureri* Schmutz. Journal of Applied Zoological Researches, 13(2): 174-175.
- Reyes H., LA. 2005.** Ácaro del vaneamiento del arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Prostigmata: Tarsonemidae). CIAT. Disponible en: <http://www.flar.org/pdf/foro-agosto-pdf05/acaro.pdf>. Consultado el 10 de febrero de 2007.
- Santos M., R; Navia, D; Cabrera, RI. 2004.** *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Prostigmata: Tarsonemidae) una amenaza para el cultivo de arroz en Brasil. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). Documentos 117. Brasilia, DF. ISSN 01020110. 54 p.
- Socorro, M; Almaguel, L. 1997.** Informe de la misión técnica sobre el cultivo del arroz a la República Popular China, del 1-15 de noviembre de 1997. 21 p.

- Smiley, RL; Flechtmann, CHW; Ochoa, R. 1993.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) and an illustrated key to grass-infesting species in the Western Hemisphere. *Internat. J. Acarol.* 19(1): 87-1993.
- Suárez, L; Anzalone, A; Moreno, O. 2004.** Evaluación del herbicida halosulfuron-metil para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Bioagro* 16(3): 173-182.
- Torre S., PE de la; Botta F., E; Almaguel R., L. 2005.** Colectas acarológicas realizadas por la sanidad vegetal en la Provincia de La Habana. *Fitosanidad* 9(3): 3-11.

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA DE *Steneotarsonemus spinki* EN PLANTAS HOSPEDANTES

Jean Alexander Gamboa Tabares

EVALUACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA DE *Steneotarsonemus spinki* EN PLANTAS HOSPEDANTES

RESUMEN.

El ácaro del arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley se encontró en Costa Rica en el año 2004, como parte del complejo de organismos causantes del vaneado de la panícula y la pudrición de la vaina de arroz. Con el fin de evaluar la sobrevivencia de este ácaro en las plantas hospedantes *Oryza sativa*, *Oryza latifolia* y *Echinochloa colona*, se desarrollaron dos estudios bajo condiciones de invernadero e *in vitro* durante los meses de octubre y noviembre de 2007, en la Hacienda La Ligia, ubicada en la región arrocera Pacífico Central de Costa Rica. Se estudió en invernadero la sobrevivencia, crecimiento poblacional y estructura poblacional a partir de infestaciones, directa y voluntaria del ácaro. En el ensayo de invernadero se realizaron muestreos durante 18 días cada 24 horas con ayuda de un estereoscopio, y se cuantificó el número de individuos de *S. spinki* encontrados por cada etapa de desarrollo en cada especie. El ácaro completó su ciclo de vida en *O. sativa* y *O. latifolia*, y en la especie arvense *E. colona* solo se observaron hembras, huevos y larvas móviles. Se obtuvieron tres tasas de sobrevivencia: TE (Tasa de establecimiento): 1,7 y 0,8; TFS (Tasa finita de sobrevivencia): 3,5 y 4,5; TIS (Tasa instantánea de sobrevivencia): 1,1 y 1,3; para *O. sativa* y *O. latifolia*, respectivamente; y dos tasas de crecimiento poblacional: r_1 (Tasa media de crecimiento): 18,2 y 22,5; r_2 (Tasa de crecimiento *per capita*): 0,6 y 0,7; para *O. sativa* y *O. latifolia*, respectivamente. El ácaro tuvo un crecimiento poblacional de tipo exponencial durante el período de evaluación. En el ensayo *in vitro* se realizaron muestreos cada 12 horas y se obtuvo una duración media del ciclo de vida de *S. spinki*, desde huevo hasta adulto, de siete días a temperatura de 25°C. La mortalidad durante el ciclo de vida fue de 62%, 74% y 100%, para *O. sativa*, *O. latifolia* y *E. colona*, respectivamente. Se concluye que *S. spinki* solo presenta como planta hospedante alterna en los campos de arroz en Costa Rica, la especie arvense *O. latifolia*; y *E. colona* es una planta hospedante ocasional que permite el refugio transitorio por cortos períodos de tiempo.

Palabras claves: *Steneotarsonemus spinki*, plantas hospedantes, *Oryza sativa*, *Oryza latifolia*, *Echinochloa colona*, sobrevivencia, crecimiento, estructura poblacional.

ABSTRACT.

The rice mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley was found in Costa Rica in 2004, as part of the complex of organisms causing the rice panicle emptiness and the leaf sheath rotting. At La Ligia farm located in the Central Pacific region of Costa Rica, two studies were carried out in greenhouse and *in vitro* in order to determine the surviving of the mite in host plants *Oryza sativa*, *O. latifolia*, and *Echinochloa colona*, during October and November 2007. Under greenhouse conditions, sampling during 18 days every 24 hours, indicate that the mite complete its life cycle in *O. sativa* and *O. latifolia*, but in *E. colona* only females, eggs and larvae were observed. Three surviving rates: establishment rate (1.7 and 0.8); finite surviving rate (3.5 and 4.5); instant surviving rate (1.1 and 1.3), and two population growth rates: mean growth rate (18.2 and 22.5) and *per capita* growth rate (0.6 and 0.7) were obtained for *O. sativa* and *O. latifolia*, respectively. The mite exhibited an exponential growth during the period of evaluation. In the *in vitro* trial, with sampling every 12 hours, the mean life cycle from egg to adult at 25°C was 7 days. The mortality of *S. spinki* during the life cycle was 62%, 74%, and 100% for *O. sativa*, *O. latifolia*, and *E. colona*, respectively. It was concluded that *S. spinki* uses *O. latifolia* as alternate host plant and that *E. colona* is an occasional host plant that allows transitory refuge for short periods of time.

Key words: Host plants, *Oryza sativa*, *Oryza latifolia*, *Echinochloa colona*, survival, growth, population structure.

INTRODUCCIÓN

El ácaro *Steneotarsonemus spinki* es una especie oriunda del sudeste asiático (Ramos y Rodríguez 1997) que se señaló por primera vez en Costa Rica en el año 2004 (Barquero 2004), como una plaga del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Se encuentra asociado estrechamente al patógeno fúngico *Sarocladium oryzae* Sawada (Sandoval *et al.* 1998). Ambos organismos forman el complejo causante del vaneado de la panícula y la pudrición de la vaina de arroz, el cual ha provocado pérdidas en Costa Rica de hasta el 100% en algunas áreas (Correa-Victoria 2006).

Las medidas de combate del ácaro implementadas en diferentes países, han sido dirigidas al manejo adecuado del cultivo y uso de variedades resistentes. El control biológico aunque potencialmente útil, no ha podido ser adoptado debido a diferentes problemas en el manejo y eficiencia de los productos utilizados, así como aspectos relacionados con el ciclo de vida del ácaro, su ubicación en la planta, y las altas poblaciones desarrolladas. Se ha informado que el combate químico sobre las poblaciones del ácaro es bajo, y la mayoría de los productos son altamente tóxicos a los enemigos naturales. En general, los ácaros desarrollan rápidamente resistencia a los acaricidas, por lo que se recomienda utilizar diferentes productos y de forma alterna. El manejo cultural sigue siendo el método más eficiente para el control del ácaro (Correa-Victoria 2006).

Dentro de las prácticas culturales eficientes en los programas de manejo del ácaro, se encuentra la eliminación de los residuos de cosecha y de plantas arvenses asociadas a los campos de arroz. En campos arroceros de Costa Rica, se ha determinado la presencia de *S. spinki* en las especies arvenses *Oryza latifolia*, *Echinochloa colona*, *Eleusine indica* y *Rottboellia cochinchinensis*. Hasta la fecha, no han sido realizados estudios similares que permitan determinar la relación de estas especies hospedantes, con respecto a la sobrevivencia del ácaro.

Con respecto a la biología y comportamiento poblacional de *S. spinki*, se sabe que el ciclo de vida incluye, al igual que en el resto de los tarsonémidos, la presencia de tres estadios: huevo, larva (comprendiendo un período de quiescencia) y adulto, así como la existencia de un mecanismo sexual haplo-diploide. Chen *et al.* (1979) plantean además que la duración del ciclo de vida en condiciones de laboratorio disminuye con el incremento de la temperatura, y que de igual forma ocurre para el período de puesta y la longevidad, la que es mayor en la hembra adulta. Santos *et al.* (1998) indicaron una duración del ciclo de vida (huevo a adulto) de 5,1 días en condiciones ambientales de 29°C, la que debe ser similar bajo las condiciones de la región arroceras Pacífico Central en Costa Rica.

Consideraciones de Almaguel *et al.* (2003), en cuanto a la estructura de población, incluyen que *S. spinki* en *O. sativa* presenta una tendencia similar para todas las edades. El aumento al final del ciclo del cultivo se explica por la relación nominal entre machos y hembras y con la población total; donde se observa que el incremento en la población adulta ocurre antes en las hembras (dos hembras por macho) y después en los machos (0,2 hembras por cada macho) y disminuyen los inmaduros. Esto reafirma el poder migratorio de las hembras y su fertilidad (arrenotoquia) máxima antes de ese intervalo, para además garantizar la reproducción sexual de los emigrantes como estrategia de sobrevivencia y perpetuación de la especie.

Teniendo en cuenta la necesidad de profundizar en aspectos relacionados con la biología del ácaro sobre posibles especies hospedantes alternas, se ha planteado como objetivo de investigación, evaluar la sobrevivencia, crecimiento y estructura poblacional de *S. spinki* en las plantas arvenses *O. latifolia* y *E. colona*; y la variedad de arroz comercial *O. sativa* var. Palmar 18. Lo anterior, permitirá determinar la relación de cada especie hospedante con los problemas provocados por el ácaro, bajo las condiciones agroecológicas de las zonas arroceras de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la sobrevivencia de *S. spinki* en tres plantas hospedantes (*O. sativa*, *O. latifolia* y *E. colona*) se realizó durante los meses de octubre (invernadero) y noviembre (*in vitro*) de 2007. Los experimentos se establecieron en la Hacienda La Ligia, ubicada en la provincia de Puntarenas, cantón Parrita, distrito La Julieta. La región arrocera Pacífico Central, presenta precipitación promedio de 3000 milímetros anuales, altitud entre 0 – 100 m.s.n.m, temperatura de 25°C y humedad relativa de 85%; ubicándose en la zona de vida bosque húmedo tropical transición a perhúmedo (Holdridge 1993).

SOBREVIVENCIA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

El experimento se realizó en el invernadero de la Hacienda La Ligia bajo condiciones ambientales de humedad relativa (85%) y temperatura (28°C) de la región. Se utilizaron 720 bolsas, con dimensiones de 15 centímetros de altura y 12 centímetros de diámetro, capacidad para 1,5 kg de sustrato, conteniendo las tres fuentes alimenticias (tratamientos) a evaluar: *Oryza sativa* L. var. Palmar 18, *Oryza latifolia* y *Echinochloa colona*.

Cada tratamiento consistió de 240 plantas en estado de primordio de la panícula (conocido como estado de embuchamiento), recolectadas en campos de arroz de la Hacienda La Ligia, verificados previamente sin presencia de *S. spinki*. El sustrato utilizado fue suelo extraído con cada planta de campos de arroz. El experimento tuvo un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Cada parcela experimental estuvo constituida por 60 plantas (seis plantas x 10 plantas) separadas entre parcelas a 1,4 metros y entre bloques a 0,8 metros, equivalente a una superficie de 33,3m². La unidad de muestreo fue de dos plantas contenidas en igual número de bolsas.

En el estudio se realizó infestación directa y voluntaria del ácaro, por lo que cada una de las plantas fue objeto de dos procedimientos: 1) se tomaron plantas de arroz, se extrajeron vainas de hojas altamente infestadas por *S. spinki* y

se colocaron a cada planta (en la lígula de la hoja bandera) del experimento tres centímetros de éstas (15 – 20 ácaros / trozo vaina); 2) se colocaron al azar 10 plantas / parcela experimental, altamente infestadas por *S. spinki*, para facilitar infestación voluntaria.

El riego fue realizado diariamente entre 6:00 y 8:00 a.m y entre 5:00 p.m y 6:00 pm, con regadera manual. Se tuvo en cuenta durante cada riego, dejar las macetas inundadas para favorecer el crecimiento normal de las plantas.

Se realizaron observaciones durante 18 días cada 24 horas (entre 10:00 a.m y 1:00 p.m) con estereoscopio (Olympus Tokio Japan 219719) a 20X, y se hizo el conteo de individuos de *S. spinki* por cada etapa de desarrollo en dos plantas (tres secciones de vainas de hojas de tres centímetros a cada planta) por parcela experimental. Se cuantificó el número de individuos por estadio de desarrollo (huevos, estados inmaduros, adultos hembras y machos) en cada una de las plantas indicadas. La determinación de plantas hospedantes alternas de *S. spinki* se realizó de acuerdo con las condiciones óptimas de hábitat y alimentación ofrecidas por cada especie arvense, que permiten el desarrollo normal del ciclo de vida y la sobrevivencia del  caro.

Sobrevivencia

Para el análisis de la sobrevivencia de *S. spinki* en cada planta hospedante evaluada, se tuvieron en cuenta los siguientes estimadores:

Tasa de establecimiento (Kang-Chen y Chyi-Chen 1979)

$$TE = N_{hu} / N_{he}$$

Donde:

TE: Tasa de establecimiento

N_{hu}: Número huevos en un período de tiempo dado

N_{he}: Número hembras en un período de tiempo dado

Tasa finita de sobrevivencia (Anónimo 2005)

$$TFS = P_n / P_1$$

Donde:

TFS: Tasa finita de sobrevivencia

P_n: Tamaño final de la población

P₁: Tamaño inicial de la población

Tasa instantánea de sobrevivencia (Anónimo 2005)

$$TIS = \ln (P_n / P_1)$$

Donde:

TIS: Tasa instantánea de sobrevivencia

P_n: Tamaño final de la población

P₁: Tamaño inicial de la población

Crecimiento poblacional

El análisis de crecimiento poblacional de *S. spinki* en cada planta hospedante evaluada, incluyó los siguientes estimadores:

Tasa media de crecimiento (%) (FAO 2006)

La tasa de crecimiento, r (expresada en porcentaje), se calcula entre dos puntos de la serie cronológica usando la siguiente fórmula:

$$r_1 = [\ln (P_n / P_1) / n] \times 100$$

Donde:

r₁: Tasa de crecimiento

Pn: Tamaño final de la población
P1: Tamaño inicial de la población
n: Número de días que compone el período

Tasa de crecimiento *per capita* (FAO 2006)

$$r2 = (Pn - P1) / Pn$$

Donde:

r2: Tasa de crecimiento *per capita*
Pn: Tamaño final de la población
P1: Tamaño inicial de la población

SOBREVIVENCIA IN VITRO

El experimento se realizó *in vitro* bajo condiciones ambientales de humedad relativa (85%) y temperatura (25°C) en la Hacienda La Ligia. Las unidades de cría fueron colocadas en una caja de cartón con 100% oscuridad, con el propósito de simular las condiciones de oscuridad presentadas en las vainas de hojas de plantas de la familia Poaceae.

Colecta y determinación de la especie

Adultos del ácaro fitófago *S. spinki* fueron colectados en vainas de hojas de *Oryza sativa* variedad Palmar 18, en campos comerciales de la Hacienda La Ligia, ubicada en la región arrocería Pacífico Central. Las hojas fueron observadas bajo el microscopio estereoscópico para seleccionar los ácaros fitófagos, de los que fueron extraídos distintos ejemplares adultos para machos y hembras, y fueron montados en láminas microscópicas permanentes. La clave taxonómica de Smiley *et al.* (1993) fue utilizada para la identificación de la especie.

Ciclo de vida de *S. spinki*

La obtención de huevos del ácaro se realizó en diez cápsulas de Petri (8,9 cm de diámetro por 1,8 cm de alto), previamente preparadas con algodón humedecido. Se colocaron 50 individuos (hembras y machos) en cada unidad de cría. Transcurridas 12 horas, las unidades de cría fueron observadas al estereoscopio para determinar el número de huevos/unidad de cría, hasta obtener un total de 360 huevos.

El estudio del ciclo de vida de *S. spinki* se llevó a cabo en unidades de cría similares, con algodón de 0,5 cm de espesor, previamente humedecido para mantener la turgencia de las hojas. Sobre cada unidad de cría se colocó una sección de nudo y vaina de hojas de cada planta evaluada, con la cara interna hacia arriba y rodeado cada nudo por una banda de algodón humedecido. Para evitar el escape de los ácaros, se colocó en los bordes de cada vaina pequeñas porciones de vaselina.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, que consistió en tres tratamientos y cinco unidades de cría (repeticiones) para cada una de las fuentes alimenticias evaluadas. Se colocó en cada unidad experimental, diez huevos de *S. spinki*, y posteriormente fueron observados periódicamente cada 12 horas para determinar el tiempo de duración de cada una de las etapas del ciclo de vida (huevo hasta adulto) del ácaro.

Las variables evaluadas en cada unidad experimental fueron: número de huevos, número de larvas móviles, número de larvas inactivas, machos adultos y hembras adultos. Igualmente se registró para cada etapa de desarrollo, el número de individuos muertos.

RESULTADOS

SOBREVIVENCIA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Sobrevivencia

Se evaluó durante 18 días la sobrevivencia de *S. spinki* y su crecimiento poblacional sobre *O. sativa*, *O. latifolia* y *E. colona*. Con respecto a la colonización por parte del ácaro, los resultados obtenidos para la especie *O. sativa*, indican que durante los primeros tres días se obtuvieron entre tres y seis ácaros por planta, los cuales corresponden a individuos adultos hembras. Se observó en el mismo período, menor número de hembras en *O. latifolia*, entre uno y cuatro individuos / planta; e ínfima la colonización en *E. colona* con promedio de una hembra por planta. El aumento poblacional de *S. spinki* en las tres plantas evaluadas se muestra en las Figuras 1, 2 y 3. El Cuadro 1 incluye el número total de individuos cuantificados por estadio durante tres períodos de tiempo (1-6 días, 7-12 días y 13-18 días), e indica las diferencias estadísticas correspondientes para la sobrevivencia del ácaro en las plantas hospedantes del género *Oryza*.

Cuadro 1. Resumen del Análisis de Varianza para el número total de individuos *S. spinki* por estadio en dos fuentes alimenticias bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligua, Puntarenas, Costa Rica

Períodos de tiempo (días después de infestación)	Estadios	Número total individuos	
		<i>O. sativa</i>	<i>O. latifolia</i>
1 - 6	Huevos	98,0 a*	14,0 a
	Estados inmaduros	5,0 a	19,0 a
	Machos	2,0 a	2,0 a
	Hembras	94,0 a	69,0 a
7 - 12	Huevos	434,0 a	34,0 a
	Estados inmaduros	173,0 a	34,0 a
	Machos	13,0 a	4,0 a
	Hembras	199,0 a	118,0 b
13 - 18	Huevos	1581,0 a	817,0 a
	Estados inmaduros	1142,0 a	433,0 a
	Machos	207,0 a	80,0 a
	Hembras	839,9 a	426,0 b

* Valores con la misma letra dentro de la misma fila no son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,05$)

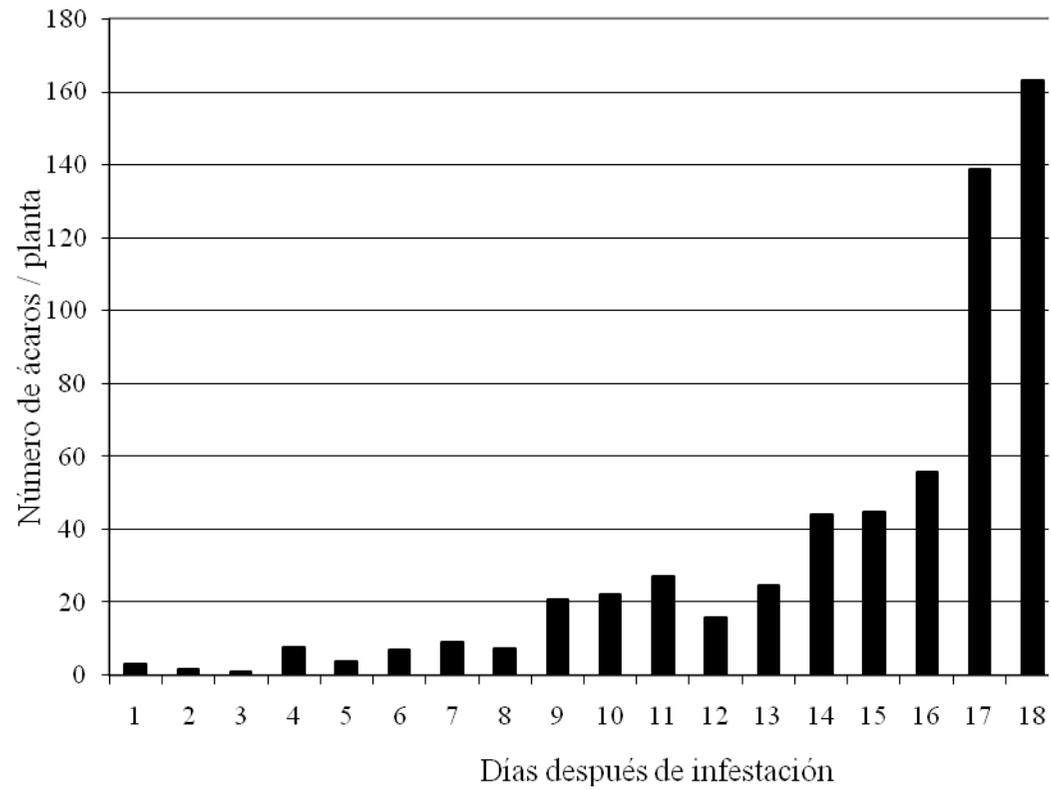


Figura 1. Densidad poblacional de *S. spinki* (número de individuos de todos los estadios / planta) en plantas de *O. sativa* evaluadas bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

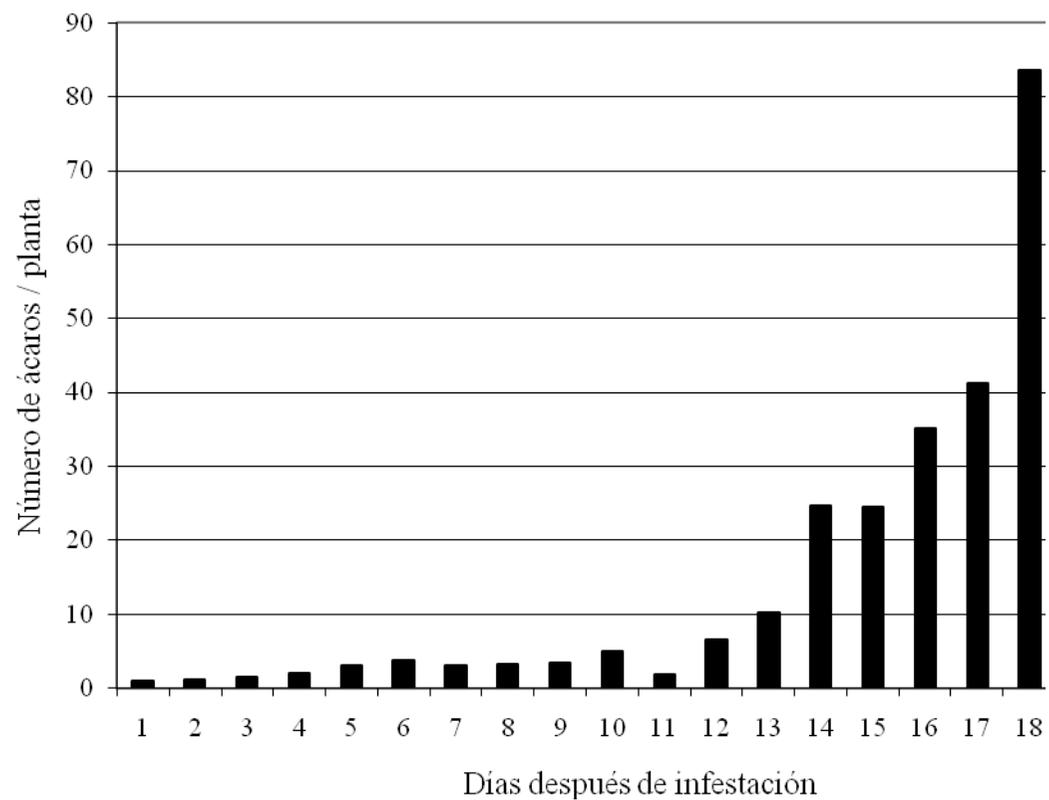


Figura 2. Densidad poblacional de *S. spinki* (Número de individuos de todos los estadios / planta) en plantas de *O. latifolia* evaluadas bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

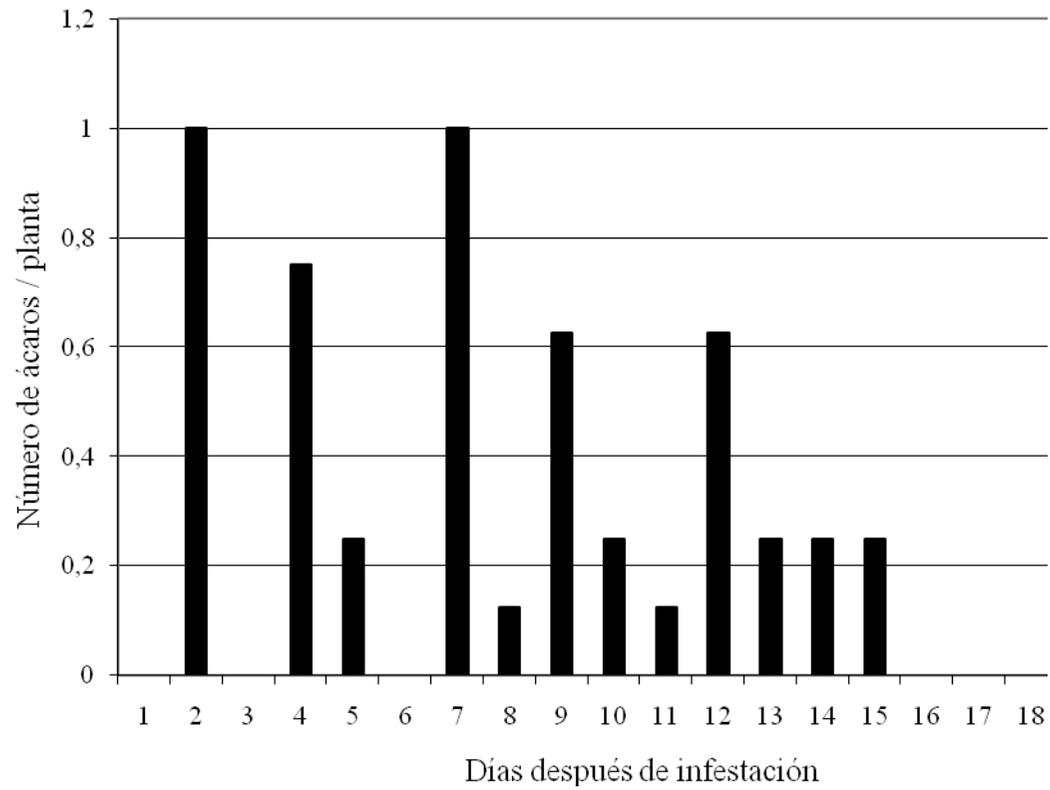


Figura 3. Densidad poblacional de *S. spinki* (Número de individuos de todos los estadios / planta) en plantas de *E. colona* evaluadas bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

En *O. sativa* se contabilizaron durante todo el período de evaluación un total de 4787 individuos, de los que corresponde el 44,1% a huevos, 27,6% a estados inmaduros, el 23,6 a hembras adultas y el 4,6% a machos. La densidad máxima alcanzada por *S. spinki* es de 163 ácaros / planta en el día 18 de evaluación y la mínima de 1,1 ácaros / planta en los primeros tres días donde ocurrió la colonización por parte del ácaro.

Se contó un total de 2050 individuos en la especie *O. latifolia*, de los que el 42,2% correspondió a huevos, 29,9% a hembras, 32,7% a estados inmaduros y 4,2% a machos. La densidad máxima alcanzada fue de 83,5 ácaros / planta y la mínima de 1,1 ácaros / planta.

En la especie *E. colona* se contabilizaron 44 individuos *S. spinki*, los que correspondieron a 29 hembras, 12 huevos y tres estados inmaduros en el estadio correspondiente a larva móvil. El mayor número de individuos observado fue de dos hembras y tres huevos en una planta.

Los resultados obtenidos con respecto a la calidad de las plantas evaluadas como hospedantes de *S. spinki*, indican que el ácaro solamente completa su ciclo de vida en las especies *O. sativa* y *O. latifolia*. Se presentan diferencias en la densidad poblacional, donde *O. latifolia* solo hospedó el 42% de la población total encontrada en *O. sativa*. En la especie *E. colona* las hembras colonizan en muy bajo número, colocan pocos huevos, y las larvas móviles que emergen no consiguen llegar al estadio de larva inactiva.

Se obtuvieron tres tasas de sobrevivencia para *S. spinki* en las dos fuentes alimenticias *O. sativa* y *O. latifolia* (Cuadro 2). Es de mencionar que teniendo en cuenta el comportamiento poblacional de *S. spinki*, durante todo el ensayo, las tasas han sido calculadas para tres períodos definidos de tiempo: 1-6, 7-12 y 13-18 días después de infestación.

La tasa de establecimiento es una función de la reproducción y de la dispersión, y relaciona el número de huevos con el número de hembras presente

en una planta. Se observó que *S. spinki* presenta una menor tasa de establecimiento en *O. latifolia* que en *O. sativa*, lo que igualmente correspondió con la diferencia de la población acumulada encontrada en la planta arvense.

La tasa finita de sobrevivencia relaciona el tamaño final de la población con respecto al tamaño inicial, en períodos de tiempo dados. Esta relación indicó que aunque en *O. sativa* se observe en general una mayor población, el aumento proporcional de la población final con respecto a la inicial, es mayor en *O. latifolia*. Similares resultados fueron obtenidos para la tasa instantánea de sobrevivencia.

Cuadro 2. Tasas de sobrevivencia de *S. spinki* en dos fuentes alimenticias bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

Períodos de evaluación (días)	Tasa de establecimiento		Tasa finita de sobrevivencia		Tasa instantánea de sobrevivencia	
	<i>O. sativa</i>	<i>O. latifolia</i>	<i>O. sativa</i>	<i>O. latifolia</i>	<i>O. sativa</i>	<i>O. latifolia</i>
1 – 6	1,0 a**	0,2 a	2,3 a	3,3 a	0,8 a	1,2 a
7 – 12	2,2 a	0,3 a	1,8 a	2,1 a	0,6 a	0,8 a
13 – 18	1,9 a	1,9 b	6,6 b	8,1 b	1,9 b	2,1 b
Media	1,7	0,8	3,5	4,5	1,1	1,3
DS*	0,6	1,0	2,7	3,2	0,7	0,7

*DS: Desviación estándar

** Valores con la misma letra dentro de la misma columna no son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,05$)

Se obtuvo una población total acumulada de 598,4 individuos / planta para *O. sativa* (Fig. 4). El mayor número de individuos / planta se obtuvo al final del ensayo con promedio de 163,0, del que 46,9% corresponden a huevos, 30,8% estados inmaduros, 14,9% adultos hembras y 7,4% adultos machos. Las hembras y huevos aparecen desde el primer día de muestreo, los estados inmaduros a partir del quinto día, y adultos machos a partir del día 11.

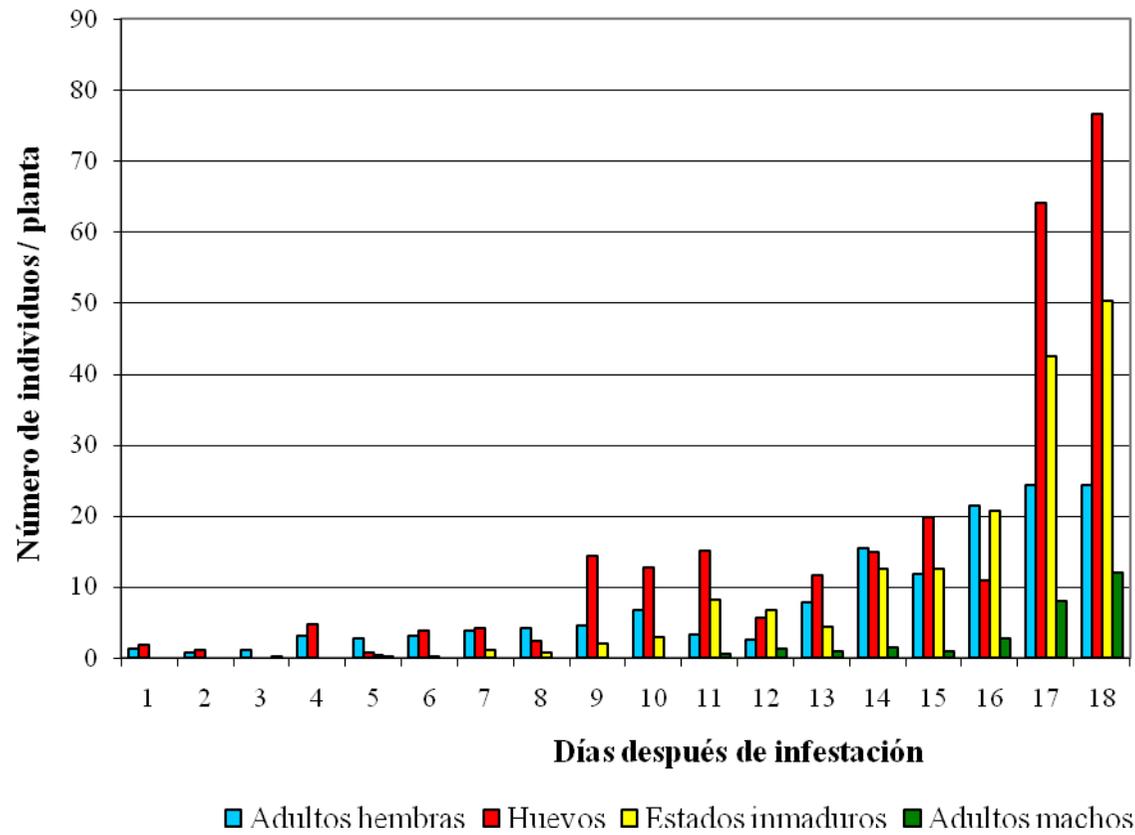


Figura 4. Densidad poblacional de adultos, estados inmaduros y huevos *S. spinki* en *O. sativa* bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

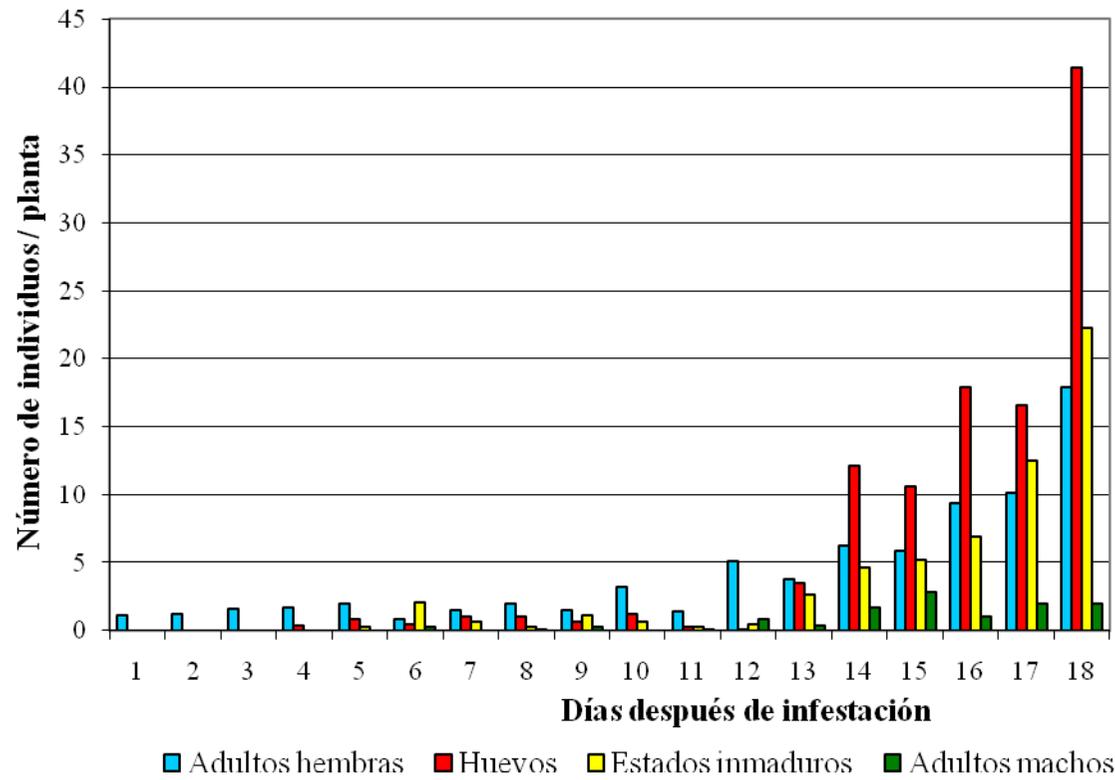


Figura 5. Densidad poblacional de adultos, estados inmaduros y huevos *S. spinki* en *O. latifolia* bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

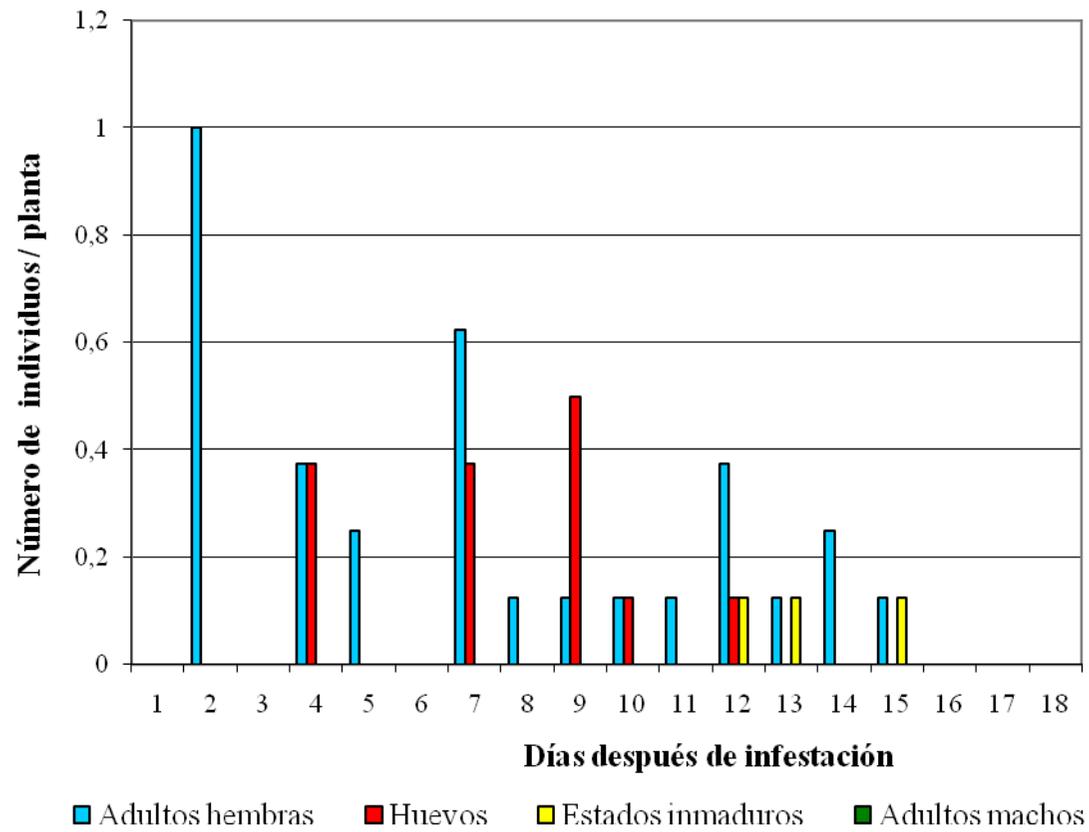


Figura 6. Densidad poblacional de adultos, estados inmaduros y huevos *S. spinki* en *E. colona* bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

Se cuantificó en la especie arvense *O. latifolia*, una población acumulada de 256,3 individuos / planta y un promedio a los 18 días de muestreo de 83,5 individuos / planta (Fig. 5). Al final del período la población encontrada estaba representada en un 49,6% de huevos, 26,6% estados inmaduros, 21,4% hembras y 2,4% machos. Las hembras colonizan la especie en los primeros tres días. A partir del cuarto día empiezan a aparecer huevos; los estados inmaduros a partir del sexto día y alta presencia de machos solo es observada a partir del día 12.

En la planta arvense *E. colona* la colonización por parte de las hembras de *S. spinki* se da en densidad de un individuo / planta. Se observaron huevos a partir del cuarto día de colonización con promedio máximo de 0,4 huevos / planta, y en el décimo segundo día aparecen escasos individuos en estado de larva móvil, los que finalmente mueren posiblemente por las insuficientes condiciones nutricionales ofrecidas por la especie arvense al ácaro. Las larvas móviles observadas se mueven rápidamente, empiezan a tener apariencia de desecación y finalmente mueren. La población total acumulada de ácaros observados en la especie es de 44 individuos en 144 plantas evaluadas durante el período de muestreo (Fig. 6).

Las plantas utilizadas de *O. sativa*, *O. latifolia* y *E. colona* para la evaluación de la sobrevivencia de *S. spinki*, se encontraban al momento de infestación en la etapa de primordio de la panícula. Se pudo observar que para el día 12 después de infestación, el 75% de plantas de la especie *O. latifolia* habían alcanzado la etapa de llenado de grano. El 25% de las plantas de las especies *O. sativa* y *E. colona* alcanzaron esta etapa el día 18 después de infestadas. El número de ácaros por planta cuantificados, indican que para el día 18, la especie *O. latifolia* alcanzó el 51,2% de la población encontrada para *O. sativa*.

Solo *O. sativa* y *O. latifolia* ofrecieron las condiciones de hábitat y alimenticias para la culminación del ciclo de vida del ácaro *S. spinki*. Es por lo anterior que los análisis de crecimiento y estructura poblacional se realizan solamente para estas dos especies.

Crecimiento poblacional

Para el análisis del crecimiento poblacional, se han tomado como referencia tres períodos dentro de la evaluación total realizada. El primer período ha sido determinado entre los días uno y seis, el segundo entre los días siete y 12 y el tercero entre los días 13 y 18 de muestreo. Las tasas de crecimiento obtenidas en los tres períodos de análisis, para las dos fuentes alimenticias *O. sativa* y *O. latifolia*, fueron levemente mayores para la especie arvense (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tasas de crecimiento de *S. spinki* en dos fuentes alimenticias evaluadas bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

Períodos de evaluación (días)	Tasa media de crecimiento (%)		Tasa de crecimiento <i>per capita</i>	
	<i>O. sativa</i>	<i>O. latifolia</i>	<i>O. sativa</i>	<i>O. latifolia</i>
1 – 6	13,7 a	20,1 b	0,6 a	0,7 a
7 – 12	9,4 a	12,5 a	0,4 a	0,5 a
13 – 18	31,5 b	35,0 c	0,8 a	0,9 a
Media	18,2	22,5	0,6	0,7
DS*	11,7	11,4	0,2	0,2

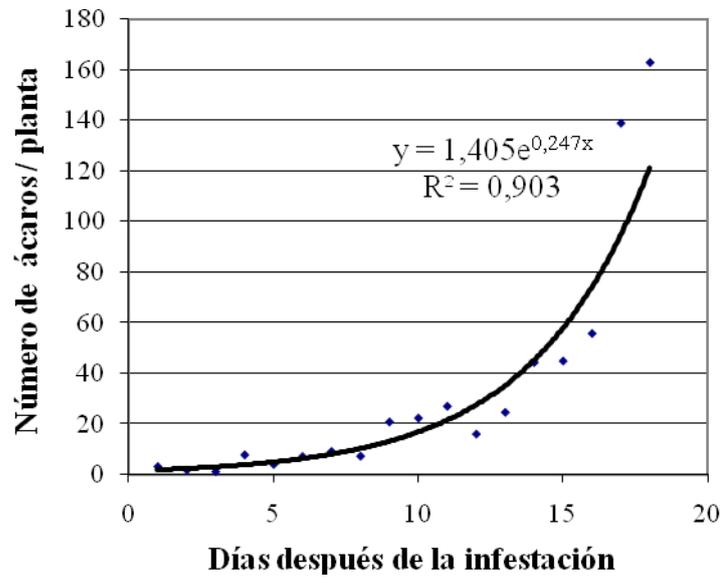
*DS: Desviación estándar

** Valores con la misma letra dentro de la misma columna no son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,05$)

La tasa media de crecimiento expresada en porcentaje, indicó que el período de mayor incremento poblacional en las dos especies evaluadas, se da entre los días 13 y 18 después de la colonización. La población de *S. spinki* aumentó en *O. sativa* un 31,5% con respecto a la población inicial que se tenía en cada planta; y en *O. latifolia* aumentó 35,0%. En el mismo período, la tasa de crecimiento *per capita* indicó que en *O. sativa* por cada individuo presente en la población inicial, hubo un incremento de 0,8 individuos, y en *O. latifolia* de 0,9.

Los gráficos de dispersión poblacional (Fig. 7) indican que *S. spinki* tuvo un crecimiento poblacional de tipo exponencial. Se observó en todos los momentos de muestreo, mayor número de individuos en *O. sativa*, y tasas de crecimiento levemente mayores para *O. latifolia* durante los períodos analizados.

A



B

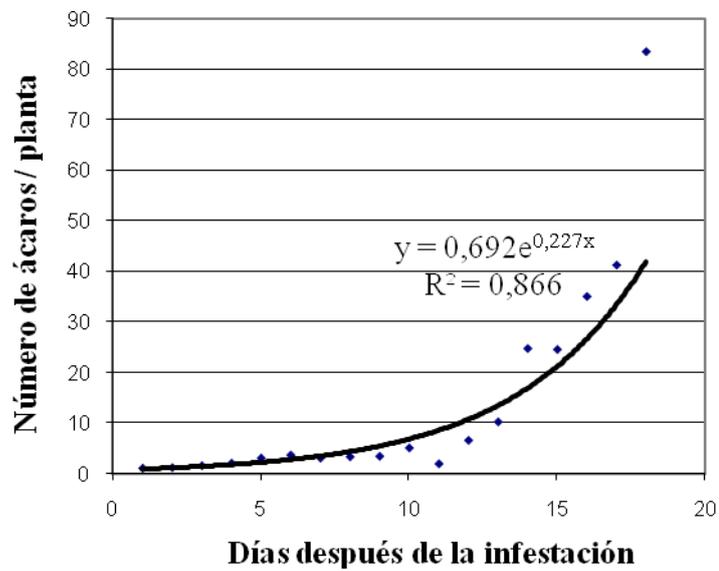


Figura 7. Crecimiento poblacional de *S. spinki* bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligua, Puntarenas, Costa Rica. (A) *O. sativa*), (B) *O. latifolia*

Estructura poblacional

La estructura poblacional indicó que durante los tres primeros días de colonización de *S. spinki* en *O. sativa*, la presencia de hembras adultas representó hasta un 88,9% del número total de individuos / planta (Fig. 8) y el porcentaje restante correspondió a huevos. No hubo presencia de machos adultos, lo que indica que la colonización de nuevas plantas es realizada solamente por las hembras. La mayor proporción de huevos se obtuvo en el día noveno, con un 68,7% con respecto a la población total encontrada. En el día 12 de muestreo, los estados inmaduros tuvieron el mayor porcentaje con respecto a la población total, con 42,2%. Los machos adultos aparecen a partir del día 11, pero su mayor proporción poblacional ocurre en el día 18, con el 7,4%.

En *O. latifolia* la estructura poblacional se caracterizó de la siguiente manera (Fig. 9): durante los primeros tres días de muestreo, el 100% de la población fueron hembras, en el día 18 la presencia de éstas solo representó el 21,4% de la población total. En el día 7 se obtuvo que el 29,6% de la población total eran huevos, y durante los días 14 a 18 hubo un aumento considerable de esta proporción hasta alcanzar el 50,9%. El mayor porcentaje correspondiente a estados inmaduros fue de 30,3, y se obtuvo en el día 17 de muestreo. La aparición de machos adultos se dió a partir del día 6, y la mayor densidad y participación poblacional se dió en el día 15 con 2,9 individuos / planta, y 11,7% de la población total encontrada.

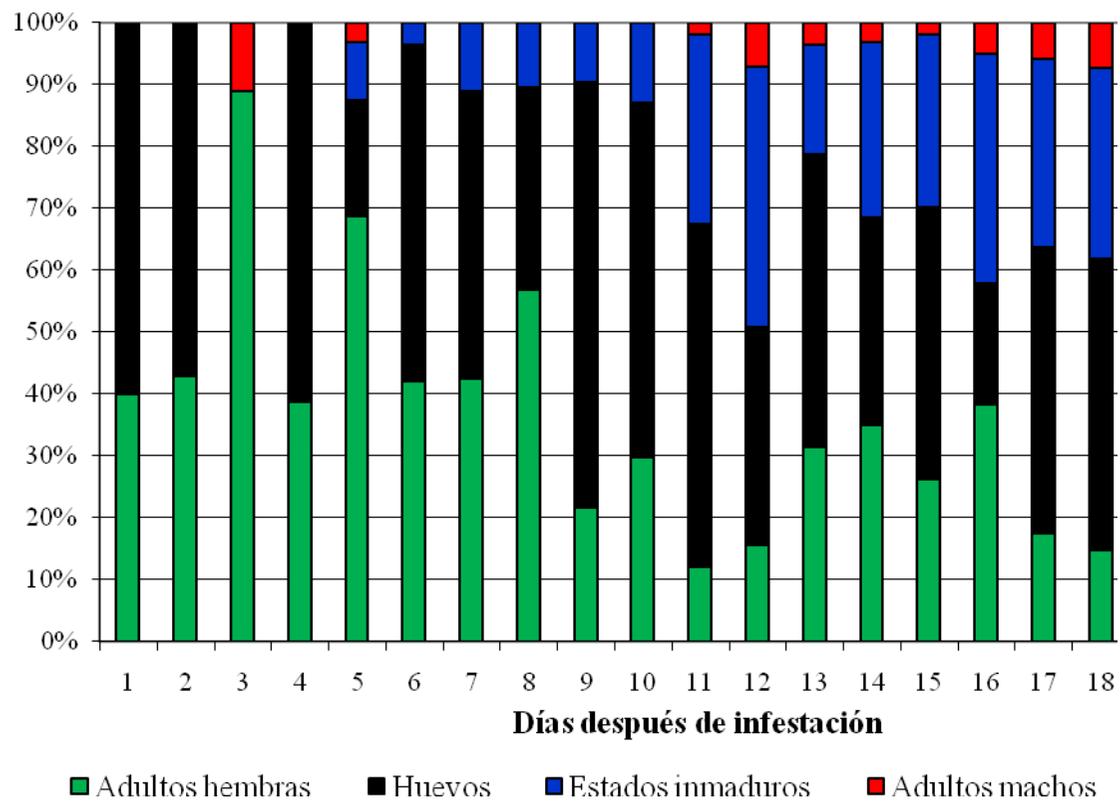


Figura 8. Estructura poblacional de *S. spinki* en *O. sativa* bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligua, Puntarenas, Costa Rica

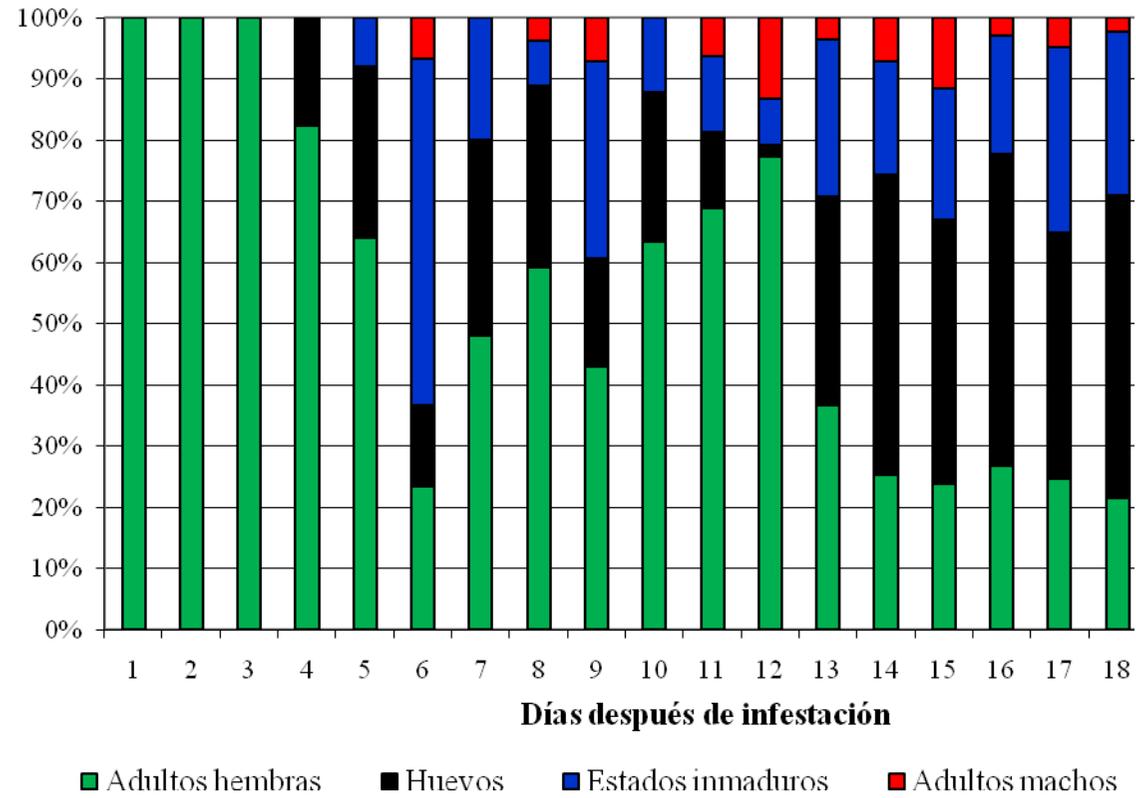


Figura 9. Estructura poblacional de *S. pinki* en *O. latifolia* bajo condiciones de invernadero en la Hacienda La Ligua, Puntarenas, Costa Rica

La relación nominal entre machos y hembras de *S. spinki* encontrados, se muestra en el Cuadro 4. En el día 1 de evaluación se encontró que hubo un promedio 1,3 hembras / planta, que colonizaron la especie *O. sativa*. Este valor fue superior a la colonización obtenida en *O. latifolia*. En el día 6 de muestreo en la especie *O. latifolia* se observa la aparición de machos que alcanzan una densidad de 0,3 individuos / planta, y una relación nominal de 1:3,5 (machos: hembras). La aparición de machos *S. spinki* en la especie *O. sativa*, se da durante los días 12 al 18, con un máximo valor alcanzado de 2,2 hembras por cada macho observado. En la arvense *O. latifolia*, se evidenció que la cantidad de hembras con respecto a los individuos machos alcanzó valores de 9,0 hembras por cada macho observado, muy superior a lo hallado para *O. sativa*.

Cuadro 4. Proporción hembras: machos de *S. spinki* en dos fuentes alimenticias

Días de evaluación	Relación hembras: machos	
	<i>O. sativa</i>	<i>O. latifolia</i>
1	1,3 : 0	1,1 : 0
6	3,0 : 0	3,5 : 1
12	2,2 : 1	5,8 : 1
18	2,0 : 1	9,0 : 1

SOBREVIVENCIA IN VITRO

Ciclo de vida de *S. spinki*

La duración media del ciclo de vida de *S. spinki* desde huevo hasta adulto fue de siete días a temperatura de 25°C. Se determinó que la duración mínima y máxima en del ciclo es de cuatro y diez días, respectivamente (Cuadro 5). Estos resultados representan un paso inicial en los estudios de determinación del potencial reproductivo de esta importante plaga, pues constituyen los primeros que se obtienen para esta especie bajo las condiciones ambientales de Costa Rica.

Cuadro 5. Duración promedio (mínimos y máximos) en días del ciclo de vida de *S. spinki*, en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

Instar	Media	Mínimo	Máximo
Huevo	2,5	1,5	3,5
Larva móvil	2,5	1,5	3,5
Larva inactiva	2,0	1,0	3,0
TOTAL	7,0	4,0	10,0

Se observó para las tres fuentes alimenticias evaluadas, que la eclosión resultó notablemente afectada con pérdidas medias del 44% de los huevos. Aunque son similares las condiciones de hábitat y alimentación ofrecidas por *O. sativa* y *O. latifolia*, se pudo determinar que la especie arvense disminuye en un 12% el porcentaje de individuos que pueden alcanzar el estado adulto (Cuadro 6).

La fuente alimenticia *O. sativa* evidenció menor mortalidad en los diferentes estadios de desarrollo de *S. spinki*. La especie *E. colona* afectó totalmente la eclosión de huevos y el instar de larva móvil con mortalidad del 58% y 42% de los individuos, respectivamente. Es decir, la arvense no ofrece las condiciones mínimas de alimentación que pudieran permitir el desarrollo del ciclo de vida de *S. spinki*.

Cuadro 6. Mortalidad (%) de *S. spinki* durante estadios del ciclo de vida evaluado en la Hacienda La Ligia, Puntarenas, Costa Rica

Instar	Fuentes alimenticias		
	<i>O. sativa</i>	<i>O. latifolia</i>	<i>E. colona</i>
Huevo	36,0	38,0	58,0
Larva móvil	18,0	26,0	42,0
Larva inactiva	8,0	10,0	0,0
TOTAL	62,0	74,0	100,0

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

SOBREVIVENCIA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Sobrevivencia

El ensayo se realizó con plantas de *O. sativa*, *O. latifolia* y *E. colona*, en etapa de floración, con el propósito que *S. spinki* se desarrollara de mejor manera en la etapa siguiente de llenado de granos. Lo anterior se determinó con base en investigaciones de Chen *et al.* (1979), que concluyen que el pico de población del ácaro es alcanzado cuando la plantación de arroz se encuentra en la fase de grano lechoso, en la que ocurre el transporte de los nutrimentos sintetizados. La metodología planteada tiene como desventaja que no se han realizado estudios preliminares que determinen el momento fenológico que propicia mejor desarrollo de las poblaciones de *S. spinki* en las arvenses evaluadas.

La colonización del ácaro en las tres plantas evaluadas, demostró la mayor preferencia de éste por *O. sativa* y *O. latifolia*, e insuficiente en *E. colona*. El momento de colonización determinó las características de los resultados encontrados posteriormente, pues se observó que la oviposición dependió de este factor. Cabe resaltar que a pesar de utilizarse dos metodologías al momento de infestación, solo se obtuvo colonización por parte de las hembras, mientras que para los machos se verificó la muerte en el sitio donde eran colocados, en la medida que se secaba el tejido vegetal portante del que se obtuvo la población para la infestación artificial.

Informes realizados por Almaguel (1996), indican que para *S. spinki* y otros ácaros plaga en Cuba, se presenta una disminución drástica debida a la mortalidad directa que provoca la lluvia, por efecto del lavado de adultos y estados inmaduros. El presente experimento bajo invernadero disminuyó la influencia directa de las precipitaciones sobre la sobrevivencia y crecimiento poblacional de *S. spinki*. El riego fue hecho con regadera manual, lo que permitió

disminuir el golpe directo sobre las vainas de las hojas superiores de las especies, que fue donde se hospedó la mayor población de ácaros.

En *O. sativa* se presentó un mínimo de 1,1 ácaros / planta en los tres primeros días, y se alcanzó un máximo de 163,0 ácaros / planta para el día 18 después de infestación. Es de mencionar, que durante el desarrollo del experimento se disminuyó la colonización favorecida por elementos como el aire, el agua, insectos y maquinaria. Se supone que los resultados obtenidos de crecimiento poblacional, se deben solamente a la reproducción alta del ácaro. Con respecto a lo anterior, Ramos y Rodríguez (2001) han considerado que la tasa de establecimiento es función de la reproducción y de la dispersión, y han reportado en campo abierto promedios de 480,0 ácaros / planta en la fase de inflorescencias. El crecimiento poblacional de *S. spinki* puede relacionarse con las condiciones óptimas de hábitat y alimento ofrecidas por cada una las especies hospedantes, sin embargo, durante el presente estudio no se pudo determinar con certeza la mencionada relación.

Durante la etapa de establecimiento de *S. spinki* sobre las vainas de las hojas de *O. sativa*, se observaron huevos desde el momento de la migración, mientras en *O. latifolia* fue necesario que transcurrieran aproximadamente 72 horas para que el ácaro encontrara condiciones adecuadas para la oviposición. Este aspecto disminuyó la densidad poblacional observada posteriormente.

Con respecto a *E. colona*, se observó migración del ácaro y presencia ocasional de bajo número de huevos. Se evidenció que de los huevos emergen larvas móviles que no encuentran condiciones óptimas para su alimentación, probablemente por la dureza de los tejidos de la arvense.

Hasta el momento no existen trabajos que expliquen el comportamiento preciso del ácaro en la planta arvense hospedante *E. colona*. El presente trabajo permite concluir que el ácaro solo utiliza a *E. colona* como planta hospedante para individuos hembras adultas, con el siguiente proceso: colonización, oviposición, eclosión de huevos y nacimiento larva móvil. Lo anterior se concluye por las

condiciones físicas identificadas en algunas larvas encontradas, que se observan delgadas y flácidas; y por el excesivo movimiento que indicaba la necesidad de escapar.

Crecimiento poblacional

En la especie arvense *O. latifolia* el ácaro presentó durante los tres períodos de análisis, tasas de crecimiento superiores a las encontradas para *O. sativa*. Lo anterior se relaciona posiblemente con el tiempo en el cual las plantas utilizadas en el experimento, cambiaron de etapa fenológica. Al iniciar el experimento las plantas de las tres especies evaluadas, en cada parcela y cada uno de los bloques establecidos, se encontraban en la fase de embuchamiento, pero al cabo de una semana se observó que el 60% de las plantas de *O. latifolia* presentaron emersión de la panícula. Lo anterior permite suponer que durante el ensayo la especie arvense brindó condiciones alimenticias óptimas (transporte de nutrimentos), que se reflejaron en el crecimiento poblacional del ácaro. El análisis anterior se realizó con base en los resultados obtenidos por Chen *et al.* (1979), Lo y Ho (1979), quienes indican que el pico de la población del ácaro se obtiene cuando las plantaciones alcanzan la fase de grano lechoso.

Las plantas arvenses utilizadas como hábitat para *S. spinki* durante el experimento fueron tomadas de campos arroceros con un mes posterior a cosecha, en los que han emergido plantas invasoras y se encuentran en desarrollo; y las de arroz comercial se extrajeron de un campo establecido con 45 días después de siembra. Durante la etapa experimental no se incluyó el plan de fertilización, por lo que se supone que este factor disminuyó la calidad nutricional de todas las plantas evaluadas y por lo tanto, provocó disminución en el potencial biótico que podría desarrollar el ácaro bajo condiciones ideales de alimentación.

En la actualidad no se tienen investigaciones en Costa Rica, que permitan determinar el grado de susceptibilidad de las variedades de *O. sativa* frente al ataque de *S. spinki*. En Cuba, la evaluación realizada por Botta *et al.* (2003) del comportamiento de *S. spinki* en diferentes variedades de arroz, concluyó que

especies altamente susceptibles como Perla de Cuba, albergan hasta 78,3 ácaros / planta. Las especies de mejor comportamiento como IACuba-28, presentan medias de 1,0 ácaro / planta, y las variedades de comportamiento susceptible medio como Reforma y IACuba-27 presentan densidades de entre 10,1 y 18,3 ácaros / planta. De acuerdo con lo anterior, y al observar que se encontraron en promedio 163,0 ácaros / planta a los 18 días después de infestación, puede concluirse que *O. sativa* var. Palmar 18, presenta alta susceptibilidad a ser atacada por *S. spinki*.

La insuficiente información existente con respecto a la relación acaro-variedades cultivadas en Costa Rica, hace necesario el diseño de experimentos que permitan comparar la susceptibilidad de las distintas variedades cultivadas bajo las condiciones agroecológicas del país. La metodología experimental empleada en el presente trabajo puede ser utilizada en los diseños de los estudios propuestos.

Teniendo en cuenta el análisis de sobrevivencia y crecimiento poblacional de *S. spinki*, se concluye que este solo presenta como planta hospedante alterna en los campos de arroz en Costa Rica, la especie arvense *O. latifolia*; y *E. colona* es una planta hospedante ocasional que permite el refugio transitorio por cortos períodos de tiempo.

Estructura poblacional

Bajo condiciones de laboratorio, Lo y Ho (1979) obtuvieron una relación sexual hembra-macho de 8:1 con temperaturas de 29 +/- 3°C. Al comparar los resultados obtenidos por estos autores y los obtenidos en la presente investigación, puede concluirse que hubo diferencias considerables en cuanto a la relación nominal hembras: machos con respecto a la variedad comercial Palmar 18 utilizada en el experimento. Sin embargo, puede observarse que la arvense *O. latifolia* en el día 18 de evaluación permitió determinar una relación similar a la informada en literatura. Este fenómeno puede explicarse por el cambio ocurrido en la etapa fenológica de *O. latifolia*, en la que pudo observarse la formación de

semillas; mientras *O. sativa* permaneció en etapa de embuchamiento durante todo el experimento. La etapa alcanzada por la planta arvense, posiblemente provocó una población final bien conformada de ácaros y un mayor número de machos.

SOBREVIVENCIA IN VITRO

Ciclo de vida de *S. spinki*

Tseng (1985) informó para Taiwán que la duración del desarrollo de esta especie oscila entre 16 y 17 días a 25°C. Si se comparan los resultados de este autor con los encontrados para las condiciones ambientales de la zona arrocera Pacífico Central, se aprecia que el ciclo de vida del ácaro presenta disminución de un 43,8%, lo que lleva a concluir que *S. spinki* encuentra en esta zona las condiciones óptimas de clima y que la variedad de arroz comercial Palmar 18 presenta alta susceptibilidad de ser atacada por la plaga.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se aproximan a los informados por Ramos y Rodríguez (2001) para las condiciones ambientales de Cuba, quienes informan que la duración en el ciclo de vida varió entre 5 y 9 días desde huevo hasta adulto a 24,4°C \pm 1,1°.

La metodología utilizada para la evaluación *in vitro* evidenció alta pérdida de huevos de *S. spinki*, por lo que se requieren modificaciones para nuevos experimentos, pues fue evidente la desecación de los huevos al estar expuestos a las secciones de vainas de hojas. Durante los estadios de larva móvil, larva inactiva y adultos, fue necesario cambiar las secciones vegetales desecadas cada 12 horas, lo cual modificó el comportamiento natural del ácaro e influyó sobre la mortalidad evidenciada en el experimento.

Con respecto a las características nutricionales ofrecidas por cada especie vegetal evaluada, se concluye que *E. colona* solo sirve de hospedante ocasional y no garantiza el éxito de las larvas móviles, por lo que las prácticas de manejo del ácaro en esta arvense deben diseñarse para combatir la presencia de hembras

adultas. Por el contrario, la arvense *O. latifolia* ofrece condiciones nutricionales para la reproducción y desarrollo del ciclo de vida de *S. spinki*.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, puede concluirse que en aquellos campos arroceros con alta presencia de *O. latifolia*, el ácaro encuentra condiciones ideales para su reproducción durante todos los meses del año. Es por ello, que deben continuarse trabajos de investigación enfocados al manejo eficiente de esta planta arvense y a la planificación estratégica de las prácticas agrícolas, debido a la estrecha relación *O. latifolia* - *S. spinki*.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a las instituciones costarricenses: Corporación Arroceros Nacional (CONARROZ), Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), y al personal administrativo y de campo del predio Hacienda La Ligia, por su enorme contribución a las labores de establecimiento y muestreo durante el experimento. A Israel Garita Cruz, Francisco Álvarez Bonilla, Víctor Manuel Cartín Leiva y Ruth León González por las sugerencias y comentarios hechos durante la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Almaguel, L; Santos, A; Torre, PE de la; Botta, E; Hernández, J; Cáceres, I; Ginarte, A. 2003.** Dinámica de población e indicadores ecológicos del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley 1968 (Acari: Tarsonemidae) en arroz de riego en Cuba. *Fitosanidad* 7(1): 23-30.
- Almaguel R, L. 1996.** Ácaros de importancia económica en Cuba. *Boletín técnico* no. 2. La Habana, CID-INISAV.
- Anónimo. 2005.** Dinámica poblacional. Modelos de crecimiento. Disponible en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2005840/lecciones/cap04/Lec4_2.htm. Consultado el 22 de noviembre de 2007. Hora: 8:00 a.m.
- Barquero S, M. 2004.** Limón y Guanacaste: Severo ataque de ácaro del arroz. *La Nación*, San José, CR, ago. 3.

- Botta, E; Almaguel, L; González, T; Arteaga, I; Hernández, J. 2003.** Evaluación del comportamiento de *Steneotarsonemus spinki* en diferentes variedades de arroz durante los años 2000-2001. *Fitosanidad*. 7(2): 25-29.
- Correa-Victoria, F. 2006.** Complejo acaro-hongo-bacteria del arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Disponible en: http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/pdf/complejo_acaro_costa_rica.pdf. Consultado el 23 de noviembre de 2007. Hora: 10:00 a.m.
- Chen, CN; Cheng, CC, Hsiao, KC. 1979.** Bionomics of *Steneotarsonemus spinki* attacking Rice Plants on Taiwan. *Recent Advances in Acarology*. 1: 111-117.
- FAO. 2006.** Compendio de indicadores relativos a la agricultura y la alimentación. Disponible en: http://www.fao.org/es/ess/es/compendium_2006/technotes.asp. Consultado el 10 de noviembre de 2007. Hora 5:00 p.m.
- Holdridge, LR. 1993.** Mapa ecológico de Costa Rica según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo. Centro Científico Tropical (CCT) / Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- Kang-Chen, L; Chyi-Chen, H. 1979.** Screening of chemicals for the control of rice Tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki*. *J. Agric. Res. China*. 30(3): 303-307.
- Lo, ChK; Ho, ChCh. 1979.** Ecological observations on Rice Tarsonemid Mite, *Steneotarsonemus spinki* (Acarina: Tarsonemidae). *J. Agric. Res. China*. 28(3): 181-192.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 2001.** Identificación y bioecología de una nueva plaga en el arroz en Cuba. *Revista MIP-CATIE*. 61: 43-53.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 1997.** *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae): nuevo informe para Cuba. *Rev. Protección Veg.* 13(1): 25-28.
- Sandoval, R. 1998.** Consideraciones sobre la enfermedad de la pudrición de la vaina del arroz por *Sarocladium oryzae* (Sawada) Gams & Hawks. I Encuentro Internacional de arroz. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Santos, A; Almaguel, L; Torre, P de la; Cortiñas, J; Cáceres, I. 1998.** Duración del ciclo de vida en condiciones controladas del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. I Encuentro Internacional de Arroz. Palacio de Convenciones, La Habana. p. 187.

Smiley, RL; Flechtmann, CHW; Ochoa, R. 1993. A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) and an illustrated key to grass-infesting species in the Western Hemisphere. *Internat. J. Acarol.* 19(1): 87-1993.

Tseng, YH. 1985. Mites associated with weeds, paddy rice and upland rice fields in Taiwan. *Acarology.* VI (2): 770-780.

CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

Las poblaciones de arvenses asociadas a campos arroceros de Costa Rica, diferentes del género *Oryza*, posiblemente no presentan efecto significativo sobre el incremento poblacional del ácaro, pues éstas no le ofrecen las condiciones ideales de hábitat y alimentación.

Es necesario tener en cuenta con respecto al manejo de los agroecosistemas, fortalecer en cada campo cultivado el combate de la especie *O. latifolia*, las variedades de *O. sativa* clasificadas hoy día como arroz rojo y plantas de arroz comercial denominadas comúnmente como arroces voluntarios, durante los momentos en los que no se tiene la variedad comercial de interés.

Una vez descrita la relación ácaro-arvenses es necesario empezar estudios en las especies *O. latifolia*, *E. colona*, *R. cochinchinensis* y *E. indica*, enfocados a la identificación de enemigos naturales potenciales del ácaro *S. spinki*, dentro de los que pueden destacarse ácaros depredadores y hongos acaropatógenos. Éstos se presentan comúnmente, en gran diversidad y son nativos de Costa Rica.

Es necesario diseñar técnicas de manejo de arvenses en los agroecosistemas arroceros. Por ejemplo, el manejo de franjas de arvenses dentro del campo arrocero, puede aumentar la diversidad de especies nativas de enemigos naturales del ácaro. El establecimiento de cortinas rompevientos con especies arbustivas y especies de interés agrícola, hacen heterogéneos y diversificados los límites de los agroecosistemas; lo que evita en gran medida el traslado excesivo de ácaros de un campo a otros.

Es necesario que los campos con incidencia de *S. spinki*, sean monitoreados periódicamente mediante muestreos sobre plantas asociadas a los agroecosistemas, pues es posible a futuro de que la necesidad extrema de fuentes alimenticias haga que el ácaro emigre a otras especies (por ejemplo: *E. colona*, *R. cochinchinensis*) y se adapte temporalmente a nuevas condiciones alimenticias y

de hábitat. Lo anterior también ha sido detectado para las condiciones ambientales de Cuba y Taiwán en estudios anteriores.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, con respecto a las características hospedantes de la arvense *O. latifolia*, confirman que las condiciones de hábitat y alimentación permiten la culminación del ciclo de vida del ácaro. Se hace necesario profundizar en el conocimiento de la especie con respecto a características biológicas e interacciones ecológicas dentro de los agroecosistemas arroceros, pues estos elementos permiten desarrollar estrategias eficientes de manejo de la especie arvense con respecto a la problemática provocada por *S. spinki*.

La cercanía genética entre *O. sativa* y *O. latifolia*, hace que esta última ofrezca al ácaro condiciones óptimas de hábitat y alimento, por lo que la arvense se convierte en la única especie hospedante alterna de *S. spinki*. La presencia del ácaro en las arvenses *E. indica*, *R. cochinchinensis* y *E. colona*, las convierte en plantas hospedantes ocasionales que permiten la sobrevivencia por cortos lapsos de tiempo, mientras se establecen nuevas plantas de arroz en los campos.

Se hace necesario desarrollar investigaciones bajo las condiciones agroecológicas de Costa Rica, que permitan fortalecer el manejo integrado de la plaga *S. spinki*. La deficiencia del conocimiento de la plaga es evidente en temas como: el grado de susceptibilidad de las variedades de *O. sativa* frente al ataque de *S. spinki*, manejo de fertilización en los agroecosistemas, dinámica poblacional del ácaro, influencia de los riegos en el comportamiento poblacional del ácaro, entre otros.