

ERNESTO GONZALO CAÑARTE BERMÚDEZ

BIOECOLOGÍA DE ÁCAROS EN PIÑÓN CULTIVADO EN CONSORCIOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B516b Cañarte Bermúdez, Ernesto Gonzalo, 1967-
2014 Bioecología de ácaros en piñón cultivado en consorcios /
Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez. – Viçosa, MG, 2014.
xiv, 117f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Angelo Pallini Filho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Pragas - Controle Biológico. 2. Foresia. 3. Ácaro no
controle biológico de pragas. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Entomologia. Programa de Pós-graduação em
Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 632.6

ERNESTO GONZALO CAÑARTE BERMÚDEZ

BIOECOLOGÍA DE ÁCAROS EN PIÑÓN CULTIVADO EN CONSORCIOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 07 de março de 2014.

Renato de Almeida Sarmiento
(Coorientador)

Madeline Venzon
(Coorientadora)

Luiz Antônio dos Santos Dias

Marçal Pedro Neto

Angelo Pallini Filho
(Orientador)

DEDICATORIA

A DIOS por ser fuente inagotable de fortaleza. Porque sin su protección y bendiciones nada sería posible en mi vida.

A mi esposa Silvia y mis hijos Ernesto Andrés, Silvia Daniella y Gonzalo Andrés, porque en una prueba de su gran amor y confianza nunca dudaron en acompañarme a esta aventura en pro de alcanzar un sueño ahora hecho realidad. Porque ustedes son mi tesoro, una bendición divina y la razón de mi existencia. Gracias mis amores.

A mis adorados padres Nelly María Bermúdez Zambrano y Ernesto Toribio Cañarte Bravo. Modelo de sacrificio, abnegación, valores, pero sobre todo ejemplo de respeto y amor a la vida en nombre de Dios. Ustedes han sido inspiración en mis logros. Por eso he querido dedicarles este trabajo, que representa sacrificio, dedicación, fortaleza, todos valores inculcados en el seno de un hogar construido con amor, Ese amor que con sencillez y ternura me lo transmitieron haciendo de mi un hombre de bien.

A mis hermanos Gina, Gisela, Glenda y Julio, verdaderos puntales y complemento de mi vida. Por su amor, respeto y fe ciega en mí.

A mis sobrinos Gemita, Jesús, Darío, María Isabel, Anabela y Daniel. Porque son fruto del amor de nuestra familia, una extensión de valores que espero perdure en el tiempo.

Con todo cariño para mis cuñados Gilmar Cañarte y Yessenia Chávez.

A mis queridos suegros María Cedeño y Agapito Montero, por quienes guardo admiración, respeto y un profundo cariño.

A mis cuñados Patricia, Janet, Liley, Elizabeth, Hernán, Audrey y Johnny Montero Cedeño y concuñados Tania, Gina y Adolfo por su confianza y apoyo.

A mis sobrinos políticos Karen, Ivanita, Neil Andreé, Joel, Iván Felipe, María José, Dayana, Felipe, Josué y John David.

A mi amigo del alma Iván Alcívar y su esposa Maria Elizabeth. Dos personas que conjugan los valores de la amistad, como lealtad, respeto, confianza, sinceridad y espontaneidad. Por el orgullo de ser tu pana.

A la memoria de Enmita, Alfonsito, Neil Agustin y demás seres queridos que ya no están, pero por quienes vivo confiante que Dios los tiene en su Santa Paz.

A cada uno de los miembros de mi familia, va dedicado este trabajo como una constancia del orgullo que siento por ser parte de este hermoso núcleo familiar, símbolo de una inquebrantable unidad.

OFRESCO

A Dios

Este trabajo que es fruto del sacrificio de mi esposa Silvia

Y

Mis hijos Ernesto Andrés, Silvia Daniella y Gonzalo Andrés.
Como un homenaje a mis padres Ernesto y Nelly por su abnegación.
A mis hermanos Gina, Gisela, Glenda y Julio por su confianza.

AGRADECIMIENTOS

Dejo constancia de mi profundo agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP-Ecuador), por la beca y todo el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios doctorales.

Al Programa de Post-Graduación en Entomología de la Universidad Federal de Viçosa (UFV) por la oportunidad de realizar el Curso.

A la Universidad Federal de Tocantins, Campus Gurupi y en especial al Laboratorio de Ecología, por las facilidades en las instalaciones para la realización del trabajo experimental de la tesis.

A la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) y al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por el apoyo brindado para la realización de los experimentos de tesis en Gurupi.

A mi orientador el Prof. Angelo Pallini Filho por su apoyo incondicional en el momento requerido. Por su capacidad y talento en el accionar como orientador. Transmitiendo optimismo, brindando confianza y re-direccionando cuando el caso lo ameritó. Por su acertada y siempre oportuna orientación en mi plan académico, como profesor y muy especialmente por darme la oportunidad de desarrollar mi investigación ofreciéndome confianza y respeto profesional.

A los profesores del programa de Post-Graduación en Entomología de la Universidad Federal de Viçosa, por su contribución en mi formación académica y profesional.

Al Prof. Renato de Almeida Sarmiento responsable del Laboratorio de Ecología del Campus Gurupi de la Universidad Federal de Tocantins. Por su acertada co-orientación que permitió aprovechar al máximo mi permanencia en su laboratorio e alcanzar el éxito en los resultados experimentales. Por su confianza, amistad y calurosa acogida. Porque soy consciente que si su gestión no hubiera sido posible mi permanencia en Gurupi.

Al Prof. Eduardo Andrea Lemus Erasmo Director del Campus Gurupi de la Universidad Federal de Tocantins, por las facilidades en el desarrollo de los experimentos de campo y todo ese apoyo ofrecido en Gurupi. Por su amistad que valoro sobremanera. Su intervención fue claves para alcanzar mis altos objetivos.

Al Dr. Marçal Pedro-Neto, científico, profesor, pero sobre todo amigo. Gracias por sus enseñanzas, cercano apoyo, siempre listo para esclarecer mis dudas. Un especial agradecimiento a su esposa Sheila y su hija Gabriela. Muchas gracias también Prof. Marçal por ese extraordinario trabajo desplegado en la identificación de la diversidad de ácaros registrados en este trabajo de tesis.

A los miembros de mi Banca de Qualificação: Angelo Pallini Filho, José Eduardo Serrão, Luiz Antônio dos Santos Dias, Eugênio Eduardo de Oliveira y João Alfredo Marinho Ferreira. Suplente Eliseu J. Guedes Pereira y Simon Luke Elliot.

A los miembros de mi Banca de Defensa: Angelo Pallini Filho, Madelaine Venzon, Renato de Almeida Sarmiento, Luiz Antônio dos Santos Dias y Marçal Pedro-Neto. Suplente Eugênio Eduardo de Oliveira y Cleide Maria Ferreira Pinto.

A los colegas del laboratório de Acarologia de la Universidad Federal de Viçosa.

A Alexander Rodríguez-Cruz y Felipe Lemos, por su gran amistad y apoyo en los análisis estadísticos de la tesis.

Más allá de lo académico y reconociendo la valía de la amistad, expreso mi sincero agradecimiento a todo el personal del laboratorio de Ecología del Campus Gurupi de la Universidad Federal de Tocantins. Por el apoyo, la acogida generosa y sincera brindada durante mi permanencia en Gurupi. A Marcela Silveira, Althiéris Saraiva, Aline Silvestre, Renata Vieira, Marcos Carvalho, Diogenis Fontenela, Daniela Gonçalves, Emiliano Brandão, Laila Rezende.

A los Profs. Paulo Henrique Tschoeke y Gil Rodríguez dos Santos, a Thomas Vieira, José Iran Cardoso y tantas otras otras amistades cultivadas en Gurupi.

Al personal de secretaría del Programa de Post-Graduación de Entomología, por su disponibilidad para ayudar cuando fue requerido. Gracias Eliane y Roberto.

A todos mis amigos en especial Francisco, Irina, Oscar, Karina, por esa sincera amistad forjada en las aulas universitarias y en lo cotidiano de esta experiencia académica.

A las familias ecuatorianas Carrillo Morales, Ortega García y Cevallos Forti por la convivencia. Valiosa para alivianar la separación temporal de nuestro amado Ecuador.

A mis amigos Manuel Carrillo, Digner Ortega y Víctor Cevallos, símbolos del valor de la amistad sincera.

Un eterno agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron para alcanzar tan caro anhelo.

BIOGRAFIA

ERNESTO GONZALO CAÑARTE BERMÚDEZ, hijo de Ernesto Torivio Cañarte Bravo y Nelly María Bermúdez Zambrano, ecuatoriano, nacido en Tosagua-Manabí el 17 de julio de 1967.

Entre 1991 y 1993 ingresa como becario al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP-Ecuador).

En Julio de 1993 concluyo su Carrera de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Desde 1993 hasta el presente es Investigador del Departamento Nacional de Protección Vegetal-Sección Entomología del INIAP.

En agosto del 2009 inicio el Curso de Maestría en el Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados de México. Especialidad de Entomología y Acarología. Texcoco, México, bajo la orientación del Dr. Néstor Bautista Martínez. Concluyo el curso el 25 de julio del 2001.

Entre el 2001 y 2008 fue profesor Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, en la carrera de Ingeniería Agrícola.

En febrero del 2011 inició el Curso de Doctorado en el Programa de Pos-Graduación en Entomología de la Universidad Federal de Viçosa, bajo la orientación del Prof. Angelo Pallini Filho. Sometiéndose a la defensa de tesis el 07 de marzo de 2014.

SUMARIO

	Página
RESUMO	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
BIBLIOGRAFÍA	8
CAPITULO I	
<i>Typhlodromus transvaalensis</i> Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) como potencial predador de ácaros herbívoros asociados al cultivo de piñón <i>Jatropha curcas</i> L.	
Resumen	15
Abstract	16
INTRODUCCIÓN	17
MATERIALES Y MÉTODOS	19
RESULTADOS	21
DISCUSIÓN	24
CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	26
CAPITULO II	
Respuesta biológica a diferentes dietas alimentarias de <i>Typhlodromus transvaalensis</i> Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) predador de ácaros herbívoros en piñón <i>Jatropha curcas</i> L.	
Resumen	30
Abstract	31
INTRODUCCIÓN	32
MATERIALES Y MÉTODOS	34
RESULTADOS	38
DISCUSIÓN	45
CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	50
CAPITULO III	
Influencia de sistemas de producción en la abundancia y dinámica poblacional de ácaros herbívoros y predadores de importancia económica en piñón <i>Jatropha curcas</i> L.	
Resumen	55

Abstract	56
INTRODUCCIÓN	57
MATERIALES Y MÉTODOS	58
RESULTADOS	61
DISCUSIÓN	69
CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	74
CAPITULO IV	
Diversidad de la acarofauna asociada a sistemas de producción de piñón	
<i>Jatropha curcas</i> L.	
Resumen	80
Abstract	81
INTRODUCCIÓN	82
MATERIALES Y MÉTODOS	83
RESULTADOS	86
DISCUSIÓN	93
CONCLUSIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	97
CAPITULO V	
Asociación foretica de <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Acari: Tarsonemidae) con	
la mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> (Hemiptera: Aleyrodidae) en piñón <i>Jatropha</i>	
<i>curcas</i> L.	
Resumen	101
Abstract	102
INTRODUCCIÓN	103
MATERIALES Y MÉTODOS	105
RESULTADOS	106
DISCUSIÓN	109
CONCLUSIONES	113
BIBLIOGRAFÍA	113
CONSIDERACIONES FINALES	117

RESUMO

CAÑARTE BERMÚDEZ, Ernesto Gonzalo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2014. **Bioecologia de ácaros em pinhão-manso cultivado em consórcios.** Orientador: Angelo Pallini Filho. Coorientadores: Renato de Almeida Sarmiento e Madelaine Venzon.

Sistemas consorciados favorecem a diversidade e abundância de inimigos naturais. A heterogeneidade de ambientes fornece micro habitats e alimento alternativo, limitando o crescimento excessivo de pragas. Na busca de fontes alternativas aos combustíveis fósseis o pinhão-manso *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) é uma planta potencial para a produção de biocombustível. Este estudo teve como objetivo aumentar o conhecimento da cadeia alimentar dos herbívoros praga *Polyphagotarsonemus latus*, *Tetranychus bastosi* e seus predadores em *J. curcas*, como um auxílio para o desenvolvimento de um sistema sustentável de produção desta cultura. Este estudo é composto de cinco capítulos. No primeiro foi realizada a identificação e determinado o comportamento reprodutivo de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) como predador promissor de *P. latus* e *T. bastosi*. No segundo foi estudada a capacidade predatória, parâmetros biológicos e reprodutivos de *T. transvaalensis* em várias dietas de presas (*P. latus* e *T. bastosi*) e pólen. No terceiro capítulo foi estudada a abundância e dinâmica populacional dos principais ácaros herbívoros e predadores presente nos diferentes sistemas de produção de *J. curcas* em áreas de produção com e sem irrigação. No quarto capítulo foi caracterizada a diversidade da acarofauna presente nos sistemas estudados. No quinto capítulo foi estudada a existência da relação foretica de *P. latus* com as moscas brancas como principal mecanismo de dispersão em *J. curcas*. Os resultados sugerem que *T. transvaalensis* é um predador generalista com reprodução partenogenética telítica e potencial controlador de *P. latus* em *J. curcas*. Usa com sucesso o pólen de *Ricinus communis* e *Zea mays* como um alimento complementar. É apresentado o primeiro relato de *T. transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) associado a *P. latus* e *T. bastosi*. *Polyphagotarsonemus latus* e *T. bastosi* foram os herbívoros mais abundantes em todos os sistemas estudados em *J. curcas* irrigado e não irrigado. As duas espécies apresentaram sazonalidade. Os fitoseídeos *Amblydromalus* sp., *Typhlodromalus aripo* e *T. transvaalensis* foram os mais abundantes nas duas condições de irrigação. O sistema *J. curcas* consorciado com *Z. mays* favoreceu a riqueza e abundância de ácaros predadores, devido à incorporação do pólen de *Z. mays* no

sistema. Este sistema apresentou os melhores índices de diversidade que demonstrou a influência do sistema na acarofauna. O consórcio com *Z. mays* pode ser uma alternativa sustentável para promover a redução de ácaros-praga em *J. curcas*. É de fácil aceitação, além de gerar um valor agregado ao produtor. Finalmente podemos concluir que *P. latus* apresenta uma relação forética com a mosca branca *Bemisia tabaci* em pinhão-mansão.

RESUMEN

CAÑARTE BERMÚDEZ, Ernesto Gonzalo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, marzo de 2014. **Bioecología de ácaros en piñón cultivado en consorcios.** Orientador: Angelo Pallini Filho. Coorientadores: Renato de Almeida Sarmiento y Madelaine Venzon.

Sistemas asociados favorecen la diversidad y abundancia de enemigos naturales. La heterogeneidad de ambientes ofrece micro hábitats y alimento alternativo, limitando el crecimiento excesivo de plagas. En la búsqueda de fuentes alternativas a los combustibles fósiles el piñón *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) es una planta potencial para la producción de biocombustible. Este trabajo tuvo como objetivo profundizar el conocimiento de la red alimentaria de los herbívoros plaga *Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus bastosi* y sus predadores en *J. curcas* como auxilio para el desarrollo de un sistema sustentable de producción de este cultivo. Este estudio está compuesto de cinco capítulos. En el primero fue realizada la identificación y determinado el comportamiento reproductivo de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) como predador promisorio de *P. latus* y *T. bastosi*. En el segundo estudiamos la capacidad predadora, parámetros biológicos y reproductivos de *T. transvaalensis* en varias dietas de presas (*P. latus* y *T. bastosi*) y pólenes. En el tercer capítulo fue estudiada la abundancia y dinámica poblacional de los principales ácaros herbívoros y predadores en varios sistemas de producción de *J. curcas* en áreas de producción con y sin irrigación. En el cuarto capítulo se caracterizó la diversidad de la acarofauna presente en los sistemas estudiados. En el quinto capítulo se estudió la existencia de la relación foretica de *P. latus* con moscas blancas como principal mecanismo de dispersión en *J. curcas*. Los resultados sugieren que *T. transvaalensis* es un predador generalista con reproducción partenogenética telitokia y potencial para el control de *P. latus* en *J. curcas*. Utiliza con éxito polen de *Ricinus communis* y *Zea mays* como alimento complementario. Damos el primer reporte de *T. transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) asociado a *P. latus* y *T. bastosi*. *Polyphagotarsonemus latus* y *T. bastosi* fueron los herbívoros más abundantes en todos los sistemas estudiados en *J. curcas* irrigado y no irrigado. Ambas especies presentan estacionalidad. Los fitoseidos *Amblydromalus* sp., *Typhlodromalus aripo*, *T. transvaalensis* fueron los más abundantes en las dos condiciones de irrigación. El sistema *J. curcas* con *Z. mays* favoreció la riqueza y abundancia de ácaros predadores debido a la incorporación del polen de *Z. mays* al sistema. Éste presentó mejores índices de diversidad que demuestran la

influencia del sistema en la acarofauna. Este sistema puede ser una alternativa sustentable para promover la reducción de ácaros-plaga en *J. curcas*. Es de fácil adopción además de generar un ingreso adicional para el productor. Finalmente podemos concluir que *P. latus* presenta una relación foretica con la mosca blanca *Bemisia tabaci* en *J. curcas*.

ABSTRACT

CAÑARTE BERMÚDEZ, Ernesto Gonzalo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2014. **Bioecology of mites in intercropping physic nut.** Adviser: Angelo Pallini Filho. Co-advisers: Renato de Almeida Sarmiento and Madelaine Venzon.

Associated systems favor the diversity and abundance of natural enemies. The heterogeneity of habitats provides microenvironments and alternative food, limiting the excessive growth of pests. In the search of alternatives to fossil fuels, the physic nut *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) is a potential plant for biofuel production. This study aimed to increase knowledge of the food web of the herbivorous pests *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* and their predators on *J. curcas* to help to develop a sustainable system for production of this crop. It consists of five chapters. In the first, the identification and reproductive behavior of *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) as a promising predator of *P. latus* and *T. bastosi* was determined. In the second chapter, we studied the ability of predation, biological and reproductive parameters of *T. transvaalensis* on several diets of *P. latus* and *T. bastosi* preys and pollens. Nine laboratory experiments were performed. The third chapter studies the abundance and population dynamics of the main herbivores and predatory mites in several production systems of *J. curcas*. In the fourth chapter, the acarofauna diversity present in these same systems were characterized. For the third and fourth chapters two field experiments were conducted: with and without irrigation. In the fifth chapter, we study the phoretic relation of *P. latus* with whiteflies as a main dispersal mechanism on the *J. curcas* crop. The results suggest that *T. transvaalensis* is a generalist predator with parthenogenetic telitokia reproduction and potential for control of *P. latus* on *J. curcas*. The predator successfully used castor bean (*Ricinus communis*) and maize (*Zea mays*) pollens as complementary food. We present the first record of *T. transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) in association with *P. latus* and *T. bastosi*. *Polyphagotarsonemus latus* and *T. bastosi* were the most abundant herbivores in all systems studied in irrigated and non- irrigated *J. curcas*. Both species show seasonality. The phytoseiids *Amblydromalus* sp., *Typhlodromalus aripo* and *T. transvaalensis* were the most abundant in both irrigated conditions. The *Z. mays*–*J. curcas* system favored the richness and abundance of predatory mites due to the incorporation of *Z. mays* pollen to the system. This system showed better diversity indices, demonstrating the influence of the system in the acarofauna. This system can be a

sustainable alternative to promote the reduction of pest mites in *J. curcas*. It is easy to adopt and generates additional income for the producer. *Polyphagotarsonemus latus* has phoretic relation with the whitefly species *Bemisia tabaci* on *J. curcas*.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El piñón *Jatropha curcas* L.

El piñón *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) es una especie tropical nativa de América ecuatorial (Fairless 2007; Kumar & Sharma 2008) con potencial para la producción de biodiesel y bioquerosene (Durães et al. 2011). De gran interés por su capacidad de desarrollar en “tierras marginales” (King et al. 2009; Mponela et al. 2010), no obstante responde bien a prácticas de manejo (Laviola & Dias 2008). Es un arbusto perenne de crecimiento rápido, caducifolio y puede alcanzar hasta cinco metros de altura. Los frutos son de tipo capsular y contienen tres semillas de 1,5 a 2,0 cm de longitud con un contenido de aceite de 33 a 38% (Saturnino et al. 2005; Dias et al. 2007). Se estiman 40000 ha plantadas en Brasil (Sarmiento et al. 2011). Su cultivo se encuentra difundido en el norte del país, existiendo en el estado de Tocantins plantaciones en asentamientos rurales cuya producción es destinada a empresas locales productoras de biodiesel (Rodrigues 2010). Es asociando además con otros cultivos como frejol caupi (*Vigna unguiculata* L.), maíz (*Zea mays* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), zapallo (*Cucurbita maxima* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.) y pastos (Dias et al. 2007; Rodrigues 2010; Ferreira 2011), que genera un ingreso adicional para el pequeño productor (Dias et al. 2007).

Jatropha curcas Presenta problemas fitosanitarios donde especies de ácaros de las familias Tarsonemidae, Tenuipalpidae e Tetranychidae son reportados como plagas en Brasil y muchas regiones del mundo. Se destacan el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks 1904 (Acari: Tarsonemidae) y el ácaro rojo *Tetranychus bastosi* Tuttle Baker & Sales 1977 (Acari: Tetranychidae) (Lopes 2009; Sarmiento et al. 2011). El químico es su principal método de control que en muchos casos no tienen registro para este cultivo, consecuentemente se presentan problemas de resistencia (Konno et al. 2001) y contaminación ambiental (Moraes 2002). El control biológico de ácaros-plaga con organismos nativos es una excelente alternativa al control químico, siendo considerando incluso un servicio ambiental para productores carentes de recursos económicos.

Ácaros herbívoros y predadores de importancia económica en piñón

Los ácaros con 45.000 especies son después de los insectos el segundo grupo de artrópodos con mayor diversidad en el planeta (Lofego & Moraes 2006). Aquellos de importancia agrícola son clasificados en herbívoros y predadores. Se destacan

Eriophyoidea, Tetranychoidae y Tarsonemidae por presentar especies herbívoros de importancia económica (Castro & Moraes 2007). Especies predadoras pertenecen a la familia Phytoseiidae, Stigmaeidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Bdellidae y Tydeidae. Otros son micófagos, saprófagos, polívoros e incluye especies de Acaridae, Ascidae, Winterschmidtidae y Tydeidae (Gerson et al. 2003).

Polyphagotarsonemus latus es una plaga de importancia mundial (Gerson 1992). Polífaga y cosmopolita (Venzon et al. 2006; Moraes & Flechtmann 2008). Se reporta en 60 familias de plantas (Zhang 2003). La hembra mide 0,2mm de longitud (Fasulo 2007). El ciclo biológico en piñón se da en 3,87 días, longevidad de 11,77 días y una producción promedio de 30,05 huevos. Infesta brotes tiernos, localizándose en el envés de las hojas nuevas provocándoles encrespamiento y un aspecto coriáceo (Lopes 2009). En daños avanzados paralización el crecimiento causando defoliación y muerte del brote apical (Venzon et al. 2006; van Maanen et al. 2010).

Tetranychus bastosi es una plaga potencial para el cultivo de piñón en Brasil (Saturnino et al. 2005; Santos & Pallini 2010). Es asociando a diez familias de plantas (Moraes & Flechtmann 2008). Se reporta en las regiones del Noreste de Brasil. El ciclo biológico en piñón fue de 9,63 días, longevidad 16 días y una producción de 59 huevos (Pedro-Neto et al. 2013). Se localiza principalmente en el envés de las hojas desarrolladas del tercio medio de las plantas. Produce gran cantidad de telaraña, que cubre totalmente las hojas, perjudicando el crecimiento de las plantas al disminuir la capacidad fotosintética (Pedro-Neto et al. 2013).

La familia Phytoseiidae es el principal grupo empleado en el control biológico de ácaros-plaga (Moraes 2002; Pratt et al. 2002; Barber et al. 2003). Se conocen más de 2250 especies de esta familia (Chant & McMurtry 2007), 130 ya reportadas en Brasil (Moraes et al. 2004). Muchas son potenciales agentes de control de Tetranychidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae (Chant 1985). McMurtry & Croft (1997) categorizaron los fitoseidos en cuatro grupos: tipo I. predadores especializados en especies de *Tetranychus* como *Phytoseiulus*; tipo II. predadores selectivos de Tetranychidae como *Galendromus*, *Neoseiulus* y algunas especies de *Typhlodromus*; tipo III. predadores generalistas que consumen ácaros, insectos y polen, incluye especies de *Typhlodromus* y *Amblyseius*; tipo IV. predadores generalistas especializados en alimentarse de polen, como *Euseius*.

No menos de 20 especies fitoseidos han sido reportado en piñón en el estado de Tocantins destacándose *Amblydromalus* sp., *Typhlodromalus aripo*; *Euseius concordis*,

Iphiseiodes zuluagai y *Typhlodromus transvaalensis* (Sarmiento et al. 2011; Cruz et al. 2012; Cruz et al. 2013). Esta última especie colectada en el periodo de aparición de *P. latus* en campo, denotando su potencialidad como posible predador de esta plaga en piñón. Estos sugieren que el control biológico conservativo es factible en este cultivo. Sin embargo se desconoce la influencia de la acarofauna predadora sobre los principales herbívoros en sistemas donde el piñón es asociado con otras plantas cultivables.

Potencial de *Typhlodromus transvaalensis* Nesbit 1951 (Acari: Phytoseiidae)

El único registro de *T. transvaalensis* asociado a *P. latus* en campo corresponde a Rodríguez-Cruz et al. (2011) observado en plantas espontáneas infestadas con *P. latus*. Mientras Momen & Hussein (1999) estudiaron su desempeño con varias presas y polen de *Ricinus communis*. No obstante se conoce poco sobre el desarrollo de este predador, su reproducción, fuentes alimentares y potencialidad como posible regulador de las poblaciones de ácaros-plaga en piñón. Por su preferencia alimentar *T. transvaalensis* es un fitoseidos tipo III (McMurtry & Croft 1997; Luh & Croft 2001) con reproducción partenogenética telitokia (Ehara & Kishimoto 2007).

Typhlodromus transvaalensis fue descrito por primera vez en plantas de *A. hypogaea* en Nylstroom-Transvaal, Sudáfrica y en *Rattus* sp. en Florida (Nesbitt 1951) (Ehara & Kishimoto 2007). Es reportada en Panamá (Chant 1959), Azerbaijan (1970 1972), Georgia (Wainstein & Vartapetov 1973), Jordan (Amitai & Swirski 1978), Israel (Amitai & Swirski 1978), Nueva Caledonia (Schicha 1981), Taiwan (Tseng 1983), Hawaii (Wainstein 1983), Egipto (Zaher 1986), Australia (Schicha 1987), Sudáfrica (Schicha 1987), Colombia (Moraes & Mesa 1988), Camerún (Moraes et al. 1989), Filipinas (Schicha & Corpuz-Raros 1992), Cabo Verde (Ueckermann 1992), Singapur (Corpuz-Raros 1995), Costa Rica (Denmark et al. 1999), Isla de la Reunión (Quilici et al. 2000), Irán, Rusia, Argelia, Guinea, Indonesia, Estados Unidos (Muma et al. 1970) (Moraes et al. 2004; Ehara & Kishimoto 2007; Guanilo & Martínez 2009; Childers & Denmark 2011).

Este predador es reportado en ambientes variados como productos almacenados, crías de ácaros *Dermatophagoides* sp. y *Nabiseius*, nidos de ratas, estiércol y chocolate (Ehara & Kishimoto 2007). Relatos previos en Brasil corresponden a los estados de Rio Grande do Sul en manzana (*Malus* sp.) (Ferla & Moraes 1998), caqui (*Oiospyros kaki*) (Ferla & Moraes 2002), fresa (*Fragaria* sp.) (Ferla et al. 2007), Mato Grosso en caucho (*Hevea* spp.) (Ferla & Moraes 2002; Hernandez & Feres 2006), São Paulo y Pernambuco en

palmas (Gondim Jr. & Moraes 2001), São Paulo en café (*Coffea arabica*) (Mineiro et al. 2009) y durazno (*Prunus pérsica*) (Montes et al. 2011).

Typhlodromus transvaalensis es descrito con las medidas (μm): placa dorsal 345 de largo y 175 de ancho; j1 30, j3 36, j4 29, j5 30, j6 34, J2 44, J5 7, z2 21, z3 41, z4 37, z5 27, Z4 52, Z5 60, s4 42, s6 46, S2 52, S4 47, S5 5, r3 33, R1 40; Sge IV 39, Sti IV 22, St IV 50; St1-St3 67, St2- St2 63, St5-St5 74, placa ventrianal 92 de largo y 73 de ancho; cáliz de la espermateca 26 de largo. Peritrema presente entre j3 y z2 (Figura 1) (Ehara & Kishimoto 2007; Guanilo & Martínez 2009).

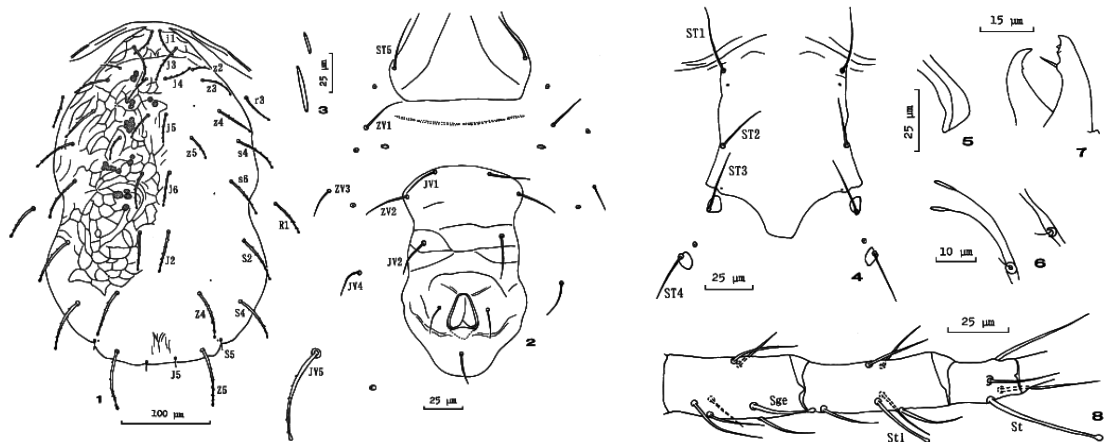


Figura 1. *Typhlodromus transvaalensis*. 1. Escudo dorsal, 2. Superficie ventral posterior, 3. Escudo metapodal, 4. Escudo esternal, 5. Terminación de escudo peritremático, 6. Espermateca, 7. Queliceras, 8. Genu, tibia y basitarso de la para IV. (Tomado de Ehara & Kishimoto 2007).

Dieta alternativa en el desempeño de ácaros predadores generalistas

La adición de alimento alternativo para mejorar la reducción de una especie plaga a través de la competencia aparente ha sido utilizada con éxito en el control biológico (Hanna et al. 1997; van Rijn et al. 2002; Liu et al. 2006). Sin embargo es poca la atención dada al efecto de las dietas mixtas en el desarrollo de predadores. Dietas mixtas son conocidas por sus efectos positivos en la reproducción de algunas especies predadores generalistas (Evans et al. 1999). Los efectos de la adición de una nueva presa podría ser superiores a que simplemente adicionar más de la misma presa-plaga con el mismo valor nutricional (Messelink et al. 2008). Al respecto Marcussen et al. (1999) menciona que una dieta es considerada optima cuando el predador consume cantidades intermediarias y aún es capaz de mantener tasas de oviposición elevadas.

El potencial reproductivo de algunos fitoseidos generalistas es mayor con polen. En otros casos ácaros presa por si solos no son adecuados para un buen desempeño. A no ser

que un alimento complementario esté presente en el sistema (Broufas & Koveos 2000). Varios tipos de polen son complemento en la dieta de fitoseidos (Villanueva & Childers 2004; Bermudez et al. 2010; Kolokytha et al. 2011; Rodríguez-Cruz et al. 2013). Su valor nutricional varía según la especie y familia botánica, influyendo en los parámetros biológicos y reproductivos de fitoseidos (Emmert et al. 2008; Momen & Abdel-Khalek 2008). Al respecto James (1993); Bermúdez et al. (2010) citan el efecto positivo de varios pólenes sobre los predadores *Typhlodromus exilaratus*, *Typhlodromus doreenae*, *Typhlodromus pyri*, *Amblyseius victoriensis* comparados con aquellos alimentados con *Panonychus citri*, *Tetranychus urticae*, *Brevipalpus chilensis*. Sin embargo también se ha probado la disminución de la tasa de predación de *T. pyri* y *Amblyseius hibisci* en la presencia de ciertos pólenes como *Typha latifolia* (Qingcai & Walde 1997).

En este contexto la movilidad y capacidad de búsqueda para el encuentro con su alimento (Slone & Croft 2001) sumado a la habilidad de los ácaros fitoseidos para alimentarse de fuentes alternativas, son característica deseable en un agente de control biológico. Esto le asegura su permanencia en campo cuando la presa está escasa o ausente, además de brindar facilidades para su cría masal con la finalidad de incluirlo en programas de control biológico (Gnanvossou et al. 2005 Nomikou et al. 2010).

Efecto de sistemas agrícolas en la abundancia de ácaros herbívoros y predadores

Sistemas agrícolas que privilegian el monocultivo simplifican el ecosistema dificultando el equilibrio de la relación enemigo natural-presa (Bermúdez et al. 2010). Mientras sistemas asociados favorecen la diversidad y abundancia de enemigos naturales. La heterogeneidad de ambientes ofrece micro hábitats y alimento alternativo (Landis et al. 2000; Altieri et al. 2003; Togni et al. 2009). No obstante conlleva a interacciones complejas como la competencia entre plantas, herbivoría y su interacción con enemigos naturales. Pudiendo la vegetación asociada influenciar el modo de colonización y abundancia de herbívoros y predadores (Verona 2010). Al respecto Ferreira (2011) determinó que el polen de maíz es un alimento adecuado para el desarrollo de *I. zuluagai* y *E. concordis*, ambos predadores de *P. latus* y *T. bastosi* en piñón. Sugiriendo al maíz como una opción para la asociación con piñón, además de ser un cultivo difundido entre los productores.

Plantas espontáneas son también componente importante en agroecosistemas (Marshall et al. 2003). Fornecen durante su floración refugio y alimento alternativo a ácaros predadores (Daud & Feres 2004; Bellini et al. 2005; Rodríguez-Cruz et al. 2011)

incrementando su eficacia (Bellini et al. 2005). Ciertas plantas espontáneas asociadas en las entrelineas del piñón presentan potencial para la manutención de ácaros predadores (Verona 2010; Cruz et al. 2012) lo que es importante durante la defoliación del piñón en la estación seca (Saturnino et al. 2005) que resulta en un periodo de ausencia de presas. Sin embargo es necesario considerar que ciertos cultivos y algunas plantas espontáneas pueden ser reservorios de ácaros herbívoros (Cruz et al. 2012; Saraiva 2013).

Dentro de este contexto la presencia de diferentes enemigos naturales con el fin de controlar varias plagas resulta en la formación de redes tróficas en agroecosistemas (Janssen et al. 1998). En nuestro estudio la red trófica del cultivo de *J. curcas* estaría estructurada como en la Figura 2.

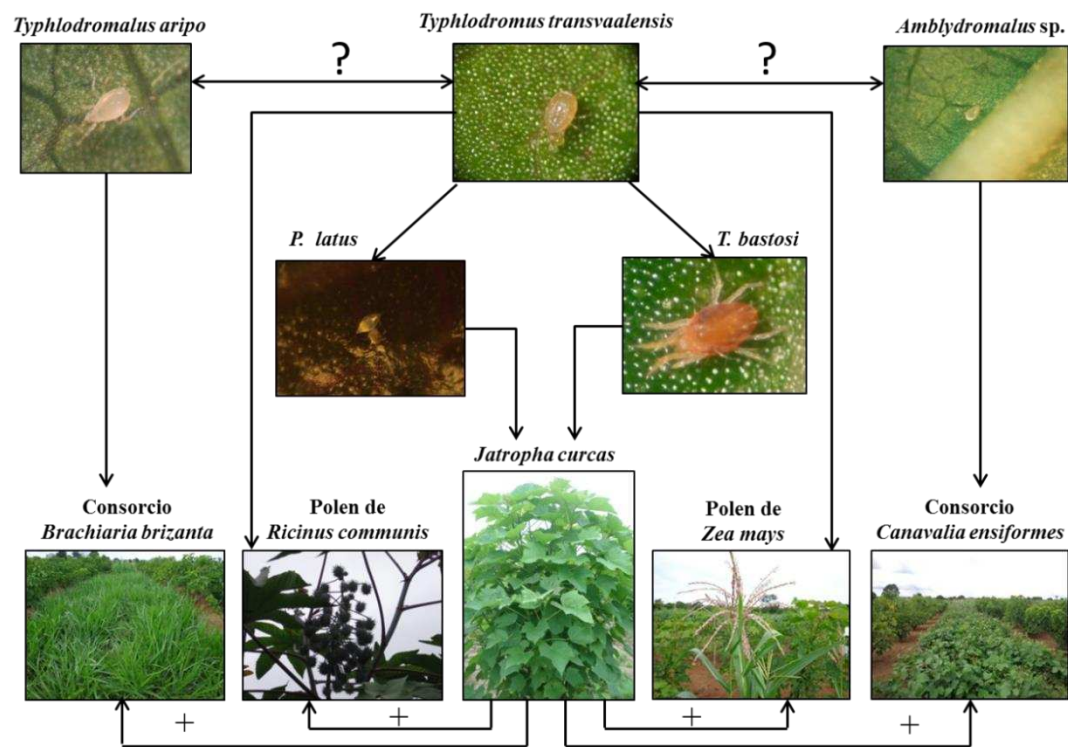


Figura 2. Estructura de la red trófica del cultivo de piñón *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) establecida en nuestro estudio.

Estacionalidad de ácaros herbívoros y predadores

La estacionalidad influye la ocurrencia y distribución de ácaros herbívoros y predadores en piñón (Cruz et al. 2013; Rosado 2013; Saraiva 2013). *Polyphagotarsonemus latus* (Peña 1992) y *T. bastosi* muestra estacionalidad en su ataque a este cultivo. Lo que está asociado a las variaciones de factores climáticos (Cruz et al. 2013; Rosado 2013) y la acción de enemigos naturales principalmente fitoseidos (Lopes 2009; Verona 2010). El

estudio de la fluctuación estacional de ácaros predadores asociados a herbívoros es necesario para explicar la variación en sus poblaciones y el rol que puede desempeñar en la reducción de la infestación de estos ácaros-plagas.

Dispersión de *P. latus*

Los machos de *P. latus* son responsables por gran parte de la dispersión en la planta al transportar “pupas” de hembras hacia brotes tiernos (Fasulo 2007; Jiménez 2010). Sin embargo la foresia parece ser el principal mecanismo de dispersión a larga distancia (Galvão et al. 2012). Foresia es un fenómeno en el que un organismo busca y se adhiere a un animal de otra especie con fines de dispersión (Villegas-Guzman & Pérez 2005; Watanabe et al. 2007). *Polyphagotarsonemus latus* se adhiere preferentemente a especies de moscas blancas antes que a otros insectos alados presentes en la misma planta hospedera como trips *Frankliniella occidentalis* y el áfido *Myzus persicae*. Esto sugiere una relación foretica específica de *P. latus* con *Bemisia tabaci* (Fan & Pettitt 1998), *Trialeurodes vaporariorum* (Parker & Gerson 1994), *Aleyrodes singularis*, *Dialeurodes citri* y *Trialeurodes lauri* (Palevsky et al. 2001; Alagarmalai et al. 2009). El reconociendo del hospedero este asociado con señales táctiles y químicas (Soroker et al. 2003; Fatouros & Huigens 2012).

El estudio de la estructura de la comunidad acarina en un agroecosistema como piñón es de fundamental importancia para comprender las interacciones entre las diversas especies presentes en los sistemas en los que se produce este cultivo. Este conocimiento permitiría planificar prácticas eficientes de manejo de ácaros-plaga en piñón. Este trabajo tuvo como objetivo profundizar el conocimiento en la red alimentaria de los herbívoros plaga *P. latus* y *T. bastosi* y sus predadores en piñón como auxilio para el desarrollo de un sistema sustentable de producción de este cultivo. Está compuesto de cinco capítulos. En el primero se determinó la identificación y se estudió el comportamiento reproductivo de *T. transvaalensis* como predador promisorio de *P. latus* y *T. bastosi*. En el segundo estudiamos la capacidad predadora, parámetros biológicos y reproductivos de *T. transvaalensis* alimentado con varias dietas. En el tercero fue estudiada la abundancia y dinámica poblacional de los principales ácaros herbívoros y predadores en varios sistemas de producción de piñón. En el cuatro se caracterizó la diversidad de la acarofauna presente en estos mismos sistemas. Finalmente en el quinto capítulo se estudio la relación foretica de *P. latus* con las moscas blancas en piñón.

BIBLIOGRAFÍA

- Alagarmalai J., Grinberg M., Perl-Treves R., Soroker V. (2009) Host selection by the herbivorous mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). **J Insect Behav** 22:375-387
- Altieri M.A., Silva N.E., Nicholls C.I. (2003) O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Preto R (ed) **Holos Ltda**, 226p
- Barber A., Campbell C., Crane H., Lilley R., Tregidge E. (2003) Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hosps by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Biocontrol Sci Technol** 13:275-284
- Bellini M.R., Moraes G.J., Feres R.J.F. (2005) Plantas de ocorrência espontânea como substratos alternativos para fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em cultivos de seringueira *Hevea brasiliensis* Muell (Euphorbiaceae). **Rev Bras Zool** 22: 35-42
- Bermúdez P., Vargas R., Cardenil A., López E. (2010) Effect of pollen from different plant species on development of *Typhlodromus pyri* Sheuten (Acari: Phytoseiidae). **Chilean J Agric Res** 70:408-416
- Broufas G.D., Koveos D.S. (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finladicus* (Acari: Phytoseiidae). **Environ Entomol** 29:743-749
- Castro T.M.M.G., Moraes G.J. (2007) Mite diversity on plants of different families found in the Brazilian Atlantic Forest. **Neotrop Entomol** 36:774-782
- Chant D.A. (1985) Systematics and morphology. In: Helle W, Sabelis M (eds.) *World crop pests: spider mites, their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, pp 3-34
- Chant D.A., McMurtry J.A. (2007) Illustrated keys and diagnosis for the gener and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). Indira Publishing House, 220p
- Childers C.C., Denmark H.A. (2011) Phytodeiidae (Acari: Mesostigmata) within citrus orchards in Florida: species distribution, relative and seasonal abundance within trees, associated vines and ground cover plants. **Exp Appl Acarol** 54:331-371
- Cruz W.P., Sarmiento R.A, Teodoro A.V., Erasmo E.A.L., Pedro-Neto M., Ignacio M., Ferreira Jr. D.F. (2012) Acarofauna em cultivo de pinhão-mansô e plantas espontâneas associadas. **Pesqu Agropecu Bras** 47:319-327
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Teodoro A.V., Pedro-Neto M., Ignacio M. (2013) Driving factors of the communities of phytophagous and predatory mites in a physic nut plantation and spontaneous plants associated. **Exp Appl Acarol** 60:509-519

- Daud R.D., Feres R.J.F. (2004) O valor de *Mabea fistulifera* Mart (Euphorbiaceae) planta nativa do Brasil como reservatório para o predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Rev Bras Zool** 21:453-458
- Dias L.A.S., Leme L.P., Laviola B.G., Pallini A., Pereira O.L., Dias D.C., Carvalho M., Manfio C.E., Santos A.S., Sousa L.C.A., Oliveira T.S., Pretti L. (2007) Cultivo de Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível. Viçosa, MG. v.1. 40p
- Durães F.O.M., Laviola B.G., Alves A.A. (2011) Potential and challenges in making physic nut *Jatropha curcas* L. a viable biofuel crop: the brazilian perspective. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources** 6:1-8
- Ehara S., Kishimoto H. (2007) The Occurrence of *Typhlodromus* (*Anthoseius*) *transvaalensis* Nesbitt (Acari: Phytoseiidae) in Japan. **Jpn Acarol Soc Jpn** 16:139-143
- Emmert J.C., Mizell R.F., Andersen P.C., Frank J.H., Stimac J.L. (2008) Diet effects on intrinsic rate of increase and rearing of *Proprioseiopsis asetus* (Acari: Phytoseiidae). **Annu Entomol Soc** 101:1033-1040
- Evans E.W., Stevenson A.T., Richards D.R. (1999) Essential versus alternative foods of insect predators: benefits of a mixed diet. **Oecologia** 121:107-112
- Fairless D. (2007) Biofuel: the little shrub that could: maybe. **Nature** 499:652-655
- Fan Y., Pettitt F.L. (1998) Dispersal of the Broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Exp Appl Acarol** 22:411-415
- Fasulo T.R. (2007) Broad Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Arachnida: Acari: Tarsonemidae). **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida, Gainesville 6p
- Fatouros N.E., Huigens M.E. (2012) Phoresy in the field: natural occurrence of *Trichogramma* egg parasitoids on butterflies and moths. **Biol Control** 57:493-502
- Ferla N.J., Marchetti M.M., Gonçalves D. (2007) Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango *Fragaria* sp. (Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Bio Neotrop** 7:8
- Ferla N.J., Moraes G.J. (1998) Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. **Soc Entomol Bras** 27:649-654
- Ferla N.J., Moraes G.J. (2002) Ácaros predadores (Acari) em plantas nativas e cultivadas do Estado do Rio Grande do Sul. **Rev Bras Zool** 19:1011-1031

- Ferreira V.A. (2011) Desempenho de ácaros predadores sob diferentes fontes de alimento em pinhão manso. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa
- Galvão A.S., Melo J.W.S., Monteiro V.B., Lima D.B., Moraes G.J., Gondim Jr. M.G.C. (2012) Dispersal strategies of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) a coconut pest. **Exp Appl Acarol** 57:1-13
- Gerson U. (1992) Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). **Exp Appl Acarol** 13:163-178
- Gerson U., Smiley R.L., Ochoa R. (2003) Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science, Oxford
- Gnanvossou D., Hanna R., Yaninek J.S., Toko M. (2005) Comparative life history traits of three neotropical phytoseiid mites maintained on plant-based diets. **Biol Control** 35:32-39
- Gondim Jr. M.G.C., Moraes G.J. (2001) Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. **Syst Appl Acarol** 30p
- Guanilo A.D., Martínez N. (2009) Predadores asociados a *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae) en la Costa Central del Perú. **Ecología Aplicada** 6:117-129
- Hanna R., Wilson L.T., Zalom F.G., Flaherty D.L. (1997) Effects of predation and competition on the population dynamics of *Tetranychus pacificus* on grape vines. **J Appl Ecol** 34:878-888
- Hernandes F.A., Feres R.J.F. (2006) Review about mites (Acari) of rubber trees *Hevea* spp. (Euphorbiaceae) in Brazil. **Bio Neotrop** 6:24. BN00406012006
- James D.G. (1993) Pollen mould mites and fungi: improvements to mass rearing of *Typhlodromus doreenae* and *Amblyseius victoriensis*. **Exp Appl Acarol** 17:271-276
- Janssen A., Pallini A., Venzon M., Sabelis M.W. (1998) Behaviour and indirect interactions in food webs of plant-inhabiting arthropods. **Exp Appl Acarol** 22:497-521
- Jiménez J.A.A. (2010) Relación del ácaro *Polyphagotarsonemus latus* Banks y Papaya Ringspot Virus Jensen en la Reducción Foliar de *Carica papaya* cv Maradol. Tesis, Colegio de Posgraduados
- King A.J., He W., Cuevas J.A., Freudenberger M., Ramiaramanana D., Graham I.A. (2009) Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed. **Exp Botany** 60:2897-2905. Published by Oxford University Press
- Kolokytha P.D., Fantinou A.A., Papadoulis G.TH. (2011) Effect of several different pollens on the bio-ecological parameters of the predatory mite *Typhlodromus athenas* Swirski and Ragusa (Acari: Phytoseiidae). **Environ Entomol** 4: 597-604

- Konno R.H., Franco C.R., Omoto C. (2001) Suscetibilidade de populações de *Brevipalpus phoenicis* Geijskes 1939 (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas organoestânicos em citros. **Scientia Agrícola** 58:703-709
- Kumar A., Sharma S. (2008) An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses *Jatropha curcas* L.: a review. **Indian Crop Prod** 28:1-10
- Landis D.A., Wratten S.D., Gurr G.M. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. **Annu Rev Entomol** 45:175-201
- Laviola B.G., Dias L.A.S. (2008) Teor e Acumulo de Nutrientes em Folhas e Frutos de Pinhão-Manso. **Rev Bras Ciencia Solo** 32:1969-1975
- Liu C.Z., Yan L., Li H.R., Wang G. (2006) Effects of predator-mediated apparent competition on the population dynamics of *Tetranychus urticae* on apples. **Biol Control** 51:453-463
- Lofego A.C., Moraes G.J. (2006) Ácaros (Acari) associados a mirtáceas (Myrtaceae) em áreas de cerrado no estado de São Paulo com análise faunística das famílias Phytoseiidae e Tarsonemidae. **Neotrop Entomol** 35:731-746
- Lopes E.N. (2009) Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*). Dissertação, Universidade Federal de Viçosa
- Luh H.K., Croft B.A. (2001) Quantitative classification of life-style types in predaceous phytoseiid mites. **Exp Appl Acarol** 25:403-424
- Marcussen B.M., Axelsen J.A., Toft S. (1999) The value of two Collembola species as food for a linyphiid spider. **Entomol Exp Appl** 92:29-36
- Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L.K. (2003) The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. **Weed Res** 43:77-79
- McMurtry J.A., Croft B.A. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annu Rev Entomol** 42:291-321
- Messelink G.J., van Maanen R., van Steenpaal S.E.F., Janssen A. (2008) Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. **Biol Control** 44:372-379
- Mineiro J.L.C., Raga A., Sato M.E., Lofego A.C. (2009) Ácaros associados ao cafeeiro *Coffea* spp. no estado de São Paulo, Brasil. Parte I. Mesostigmata. **Bio Neotrop.** 9:1
- Momen F.M., Abdel-Khalek A. (2008) Influence of diet on biology and life-table parameters of the predacious mite *Euseius scutalis* A H (Acari: Phytoseiidae). **Arch Phytopathol Plant Prot** 41:418-430

- Momen F.M., Hussein H. (1999) Relationships between food substances, developmental success and reproduction in *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae). **Acarology** 40:107-111
- Montes S.M.N.M., Raga A., Boliani A.C., Mineiro J.L.C., Santos P.C. (2011) Effect of fungicides on the mite fauna of *Prunus persica* L. cultivars in presidente prudente, SP, Brazil. **J Plant Prot Res.** 51:9
- Moraes G.J. (2002) Controle biológico de ácaros fitófagos com predadores. In: Parra J, Botelho P, Corrêa-Ferreira B, Bento J (eds.) Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores São Paulo, p 225-237
- Moraes G.J., McMurtry J.A., Denmark H.A., Campos C.B.A. (2004) A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa** 00:1-494
- Moraes G.J., Flechtmann C.H.W (2008) Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Brasil
- Mponela P., Mwase W.F., Jumbe C.B.L., Ntholo M. (2010) Plant species diversity on marginal and degraded areas for *Jatropha curcas* L. cultivation in Malawi. **African J Agric Res** 5:1497-1503
- Nomikou M, Sabelis M.W., Janssen A. (2010) Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. **Biol Control** 55:253-260
- Palevsky E., Soroker V., Weintraub P., Mansour F., Abo-Moch F., Gerson U. (2001) How species-specific is the phoretic relationship between the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) and its insect hosts? **Exp App Acarol** 25:217-224
- Parker R., Gerson U. (1994) Dispersal of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Heterostigmata: Tarsonemidae) by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). **Exp App Acarol** 18:581-585
- Pedro-Neto M., Sarmiento R.A., Oliveira W.P., Picanço M.C., Erasmo E.A.L. (2013) Biologia e tabela de vida do ácaro-vermelho *Tetranychus bastosi* em pinhão manso. **Pesqu Agropecu Bras** 48:353-357
- Peña J.E. (1992) Predator-prey interactions between *Typhlodromalus peregrinus* and *Polyphagotarsonemus latus*: Effects of alternative prey and other food resources. **Fla Entomol** 75:241-248
- Pratt P.D., Rosetta R., Croft B.A. (2002) Plant-related factors influence the effectiveness of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae), a biological control agent of spider mites on landscape ornamental plants. **J Econ Entomol** 95:1135-1141
- Qingcai W, Walde S.J. (1997) The functional response of *Typhlodromus pyri* to its prey, *Panonychus ulmi*: The effect of pollen. **Exp Appl Acarol** 21:677-684

- Rodrigues D.M. (2010) Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga em pinhão-manso *Jatropha curcas* L. no estado do Tocantins. Dissertação, Universidade Federal de Tocantins
- Rodríguez-Cruz F.A., Venzon M., Amaral D.S.S.L., Duarte M.V.A., (2011) Plantas espontâneas como refúgio do ácaro-branco e seus inimigos naturais em pimenta malagueta. **Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Fortaleza-CE. 6:5
- Rodríguez-Cruz F.A., Venzon M., Pinto C.M.F. (2013) Performance of *Amblyseius herbicolus* on broad mites and on castor bean and sunnhemp pollen. **Exp Appl Acarol** DOI. 10.1007/s10493-013-9665-y
- Rosado J.F. (2013) Amostragem e distribuição espaço-temporal de ácaros praga em pinhão manso. Tese, Universidade Federal de Viçosa
- Santos G.R., Pallini A. (2010) Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Exp Appl Acarol** pp 1-12
- Sarmiento R.A., Rodrigues D.M., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Kikuchi W.T., Santos G.R., Pallini A. (2011) Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Exp Appl Acarol** 53:203-214
- Saturnino H.M., Pacheco D.D., Kakida J., Tominaga N., Gonçalves N.P. (2005) Cultura do pinhão manso *Jatropha Curcas* L. **Inf Agrop** 26:44-78
- Saraiva A.S. (2013) Efeito das técnicas de manejo de plantas daninhas sobre a acarofauna da cultura do pinhão manso *Jatropha curcas* L. Dissertação, Universidade Federal de Tocantins
- Slone D.H., Croft B.A. (2001) Species associations among predacious and phytophagous apple mites (Acari: Eriophyidae, Phytoseiidae, Stimaeidae, Tetranychidae). **Exp Appl Acarol** 25:109-126
- Soroker V., Nelson D.R., Bahar O., Reneh S., Yablonski S., Palevsky E. (2003) Whitefly wax as a cue for phoresy in the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). **Chemoecology** 13:163-168
- Togni P.H.B., Frizzas M.R., Medeiros M.A., Nakasu E.Y.T., Pires C.S.S., Sujii E.R. (2009) Dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomate monocultivo e consorciado com coentro sob cultivo orgânico e convencional. **Hortic Bras** 27(2)
- van Maanen R., Vila E., Sabelis M.W., Janssen A. (2010) Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. **Exp Appl Acarol** 52:29-34

- van Rijn P.C.J., van Houten Y.M., Sabelis M.W. (2002) Howplants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. **Ecology** 88:2664-2679
- Venzon M., Rosado M.C., Euzébio D.E., Souza B., Schoereder J. (2006) Suitability of leguminous cover pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotrop Entomol** 35:371-376
- Verona R.L.C. (2010) Ácaros Associados á *Jatropha* spp. (Euphorbiaceae) no Brasil. Tese, Universidade Estadual Paulista
- Villanueva R.T., Childers C.C. (2004) Phytoseiidae increase with pollen deposition on citrus leaves. **Fla Entomol** 87:609-611
- Villegas-Guzman G.A., Pérez T.M. (2005) Hallazgo de pseudoescorpiones (Arachnidae: Pseudoscorpiones) foréticos de *Felis catus* Linnaeus. 1758 en la ciudad de México. **Folia Entomol** 44:85-87
- Watanabe M.A., Maia A.H.N., Nicolella G. (2007) Ocorrência de ácaros em flores de *Lantana camara* L. **Científica** 35:31-38
- Zhang Z.Q. (2003) Mites of greenhouses: identification, biology and control. Wallingford, **CABI Publishing** 244p

Typhlodromus transvaalensis Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) como potencial predador de ácaros herbívoros asociados al cultivo de piñón *Jatropha curcas* L.

Resumen: El ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks 1904 (Acari: Tarsonemidae) y el ácaro rojo *Tetranychus bastosi* Tuttle Baker & Sales 1977 (Acari: Tetranychidae) son los principales herbívoros plaga del cultivo de piñón *Jatropha curcas*. Varios levantamientos realizados en *J. curcas* en el estado de Tocantins-Brasil han determinado una riqueza de al menos 20 especies fitoseidos asociadas a este cultivo. *Typhlodromus transvaalensis* Nesbit 1951 (Acari: Phytoseiidae) fue colectada en esta región asociado a *P. latus* en campo denotando su potencialidad como predador de esta plaga. El objetivo de este capítulo fue determinar la identificación y estudiar el comportamiento reproductivo de *T. transvaalensis*. Se estableció una cría en sala climatizada y se enviaron láminas de microscopia de *T. transvaalensis* al especialista. Fue estudiado el comportamiento diario y reproducción de *T. transvaalensis*. Se identificado la especie *Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) dando el primer reporte de este predador asociando a *P. latus* y *T. bastosi* en *J. curcas*. *Typhlodromus transvaalensis* presenta gran adaptabilidad a una diversidad de ambientes y habito alimentario. Hembras de *T. transvaalensis* pasaron a su progenie la capacidad de ovipositar más de un huevo por día. Esta capacidad junto al tipo de reproducción partenogenética telitokia son características deseables para establecer la cría de este predador e incorporarlo en programas de control biológico de ácaros en *J. curcas* y otros cultivos.

Palabras claves: Control biológico, comportamiento, predador generalista.

***Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) as potential predator of herbivorous mites associated with physic nut crop *Jatropha curcas* L.**

Abstract: The broad mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks 1904 (Acari: Tarsonemidae) and the red mite *Tetranychus bastosi* Sales Baker & Tuttle 1977 (Acari: Tetranychidae) are the main herbivores pest of the physic nut crop *Jatropha curcas*. Several studies conducted in *J. curcas* on the state of Tocantins, Brazil have identified a wealth of at least 20 phytoseiid species associated with this crop. *Typhlodromus transvaalensis* Nesbit 1951 (Acari: Phytoseiidae) was collected in this region associated with *P. latus* in the field, denoting its potential as a predator of this pest. The objective of this chapter was to determine the identification and reproduction of *T. transvaalensis*. A rearing was established in a climatized room, and slides of microscopy of *T. transvaalensis* were sent to a specialist. The daily behavior and reproduction of *T. transvaalensis* was studied. The species *Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis* Nesbit 1951 (Acari: Phytoseiidae) was identified from the first report of this predator in association with *P. latus* and *T. bastosi* on *J. curcas*. *Typhlodromus transvaalensis* has great adaptability to a variety of environments and food habit. Females of *T. transvaalensis* transmit to their progeny the oviposit capacity of more than one egg per day. This capacity and the reproduction type of parthenogenetic telitokia are desirable features for the establishment of rearing this predator and for its incorporation in biological control programs of herbivorous mites for *J. curcas* and other crops.

Key-words: Biological control, behaviour, Generalist predator.

INTRODUCCIÓN

El piñón *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) es una planta con potencial para la producción de biocombustible y bioquerosene (Durães et al. 2011). No obstante ser un cultivo en fase de domesticación presenta problemas fitosanitarios. Se destacan para Brasil y muchas partes del mundo el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks 1904 (Acari: Tarsonemidae) y el ácaro rojo *Tetranychus bastosi* Tuttle Baker & Sales 1977 (Acari: Tetranychidae) (Gerson 1992; Sarmiento et al. 2011; Pedro-Neto et al. 2013). En este contexto el control biológico de ácaros-plaga proporcionados por organismos nativos es una excelente alternativa para su control.

La familia Phytoseiidae representa el principal grupo de ácaros empleados como agentes de control biológico en el mundo (Barber et al. 2003). Se conocen más de 2250 especies de esta familia (Chant & McMurtry 2007), 130 ya reportadas en Brasil (Moraes et al. 2004). Muchos de estos fitoseidos son potenciales agentes de control biológico de ácaros-plaga Tetranychidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae y pequeños insectos de cuerpo blando (Chant 1985). Sin embargo pocos son los trabajos referentes al control biológico de *P. latus* y *T. bastosi* en *J. curcas*. Sarmiento et al. (2011) estudiaron la idoneidad de *Iphiseiodes zuluagai* y *Euseius concordis* en el control biológico de *P. latus* y *T. bastosi* en piñón. Varios levantamientos realizados en sistemas de producción de *J. curcas* en el estado de Tocantins-Brasil han determinado una riqueza de al menos 20 especies fitoseidos asociados a este cultivo. Se destacan por su abundancia *E. concordis* Chant 1959, *I. zuluagai* Denmark & Muma 1972, *Typhlodromalus aripo* De Leon 1967, *Amblydromalus* sp. y *Typhlodromus transvaalensis* Nesbit 1951 (Sarmiento et al. 2011; Cruz et al. 2012; Cruz et al. 2013). Esta última especie fue colectada en el periodo de aparición de *P. latus* en campo denotando su potencialidad como posible predador del ácaro blanco en *J. curcas*.

Typhlodromus transvaalensis (Acari: Phytoseiidae) fue reportado por primera vez en maní *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) en Nylstroom-Transvaal Sudafrica (Ehara & Kishimoto 2007). Ha sido identificada también como: *Kampimodromus transvaalensis*, *Typhlodromus* (*Typhlodromus*) *transvaalensis* (Chant, 1959), *Neoseiulus transvaalensis* (Muma 1961), *Mumaseius transvaalensis* (Abbasova 1970), *Clavidromus transvaalensis* (Muma & Denmark 1971) y *Anthoseius* (*Anthoseius*) *transvaalensis* (Wainstein & Vartapetov 1973; Beglyarov 1981) (Moraes et al. 2004).

Existe poca información disponible sobre este predador. Ésta se limita a reportes de ocurrencia en zonas tropicales y subtropicales (Moraes et al. 2004). Ha sido asociada con productos almacenados, crías de ácaros, estiércol y algunas especies vegetales cultivadas (Ehara & Kishimoto 2007; Guanilo & Martinez 2009; Childers & Denmark 2011). El único registro de *T. transvaalensis* asociado a *P. latus* en campo corresponde a Rodríguez-Cruz et al. (2011) quienes lo observaron en plantas espontáneas infestadas con *P. latus*. Mientras que Momen & Hussein (1999) estudiaron su desempeño con varias presas y polen de higuerilla *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae).

McMurtry & Croft (1997) categorizaron la diversidad de estilos de vida de los fitoseidos basados principalmente en hábitos alimentarios. Se diferencian cuatro grupos alimentares: tipo I predadores especializados en especies de *Tetranychus* como *Phytoseiulus*; tipo II predadores selectivos de ácaros de la familia Tetranychidae como *Galendromus*, *Neoseiulus* y algunas especies de *Typhlodromus*; tipo III predadores generalistas caracterizados por consumir preferentemente ácaros, insectos y polen e incluye especies de *Typhlodromus* y *Amblyseius*; tipo IV predadores generalistas especializados en alimentarse de polen, como *Euseius*. Por su preferencia alimentar *T. transvaalensis* es un fitoseido tipo III (McMurtry & Croft 1997; Luh & Croft 2001) que se caracteriza por su reproducción partenogenética telitokia (Ehara & Kishimoto 2007).

El potencial reproductivo de algunos fitoseidos generalistas es mayor con polen. En otros casos ácaros presa por si solos no son adecuados para un buen desarrollo (Broufas & Koveos 2000). En este contexto la movilidad y capacidad de búsqueda para el encuentro con su alimento (Slone & Croft 2001) y la habilidad para alimentarse de fuentes alternativas son características deseables en un agente de control biológico. Esto le asegura su persistencia en campo cuando la presa está escasa o ausente además de brindar facilidades para su cría con el fin de incluirlo en programas de control biológico (Nomikou et al. 2001; van Rijn et al. 2002; Bouras & Papadoulis 2005; Gnanvossou et al. 2005).

Typhlodromus transvaalensis fue colectado en plantas de *J. curcas* que tenían reporte de ataque de *P. latus* y *T. bastosi*. Sin embargo poco o nada se conocía sobre el desarrollo de este predador su reproducción, comportamiento y fuentes alimentares. El objetivo de este capítulo fue realizar la identificación y estudiar el comportamiento reproductivo de *T. transvaalensis* como predador promisorio de ácaros-plaga en *J. curcas*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación y descripción de *T. transvaalensis*

Typhlodromus transvaalensis fue colectado durante el 2011 por el laboratorio de Ecología de la Universidad Federal de Tocantins en plantas de *J. curcas* cultivadas en el Campus Gurupí-TO en Latitud de 11°43'45" S, Longitud de 49°04'07" O y Altitud de 278 msnm. En condiciones climáticas de 26°C de temperatura media, 72.03% de humedad relativa y 1184.20mm de precipitación (Boletines Agrometeorológicos da UFT Campus Gurupi, 2012-2013). Se inició una cría para el establecimiento y observación de su potencial como agente de control biológico en sala climatizada (26 ± 1 °C, 70 ± 5 % de HR y fotoperiodo de 12 horas). Especímenes fueron montadas en láminas de microscopia en solución de Hoyer y enviadas al especialista de la Universidad Federal Rural de Pernambuco para su identificación. Se observó y describió aspectos morfológicos de *T. transvaalensis*.

Actividad diaria de *T. transvaalensis*

La actividad diaria de *T. transvaalensis* fue evaluada en placas de Petri ($\varnothing = 15$ cm) conteniendo cinco discos plásticos ($\varnothing = 5$ cm) ligados uno de otros fluctuando en agua destilada, teniendo el predador la posibilidad de recorrer 20 cm lineales. En cada placa de Petri se colocó una hembra del predador de aproximadamente 10 días de edad alimentada con polen de *R. communis*. Las evaluaciones fueron realizadas con frecuencia de una hora entre las 7ho y 17ho completando 10 horas continuas de observación para cada hembra. Se evaluaron 60 individuos y se registró las siguientes actividades: forrajeando, alimentándose, inactivo, bebiendo agua y procurando local de oviposición.

Comportamiento reproductivo de *T. transvaalensis*

Para confirmar el tipo de reproducción partenogenética telitokia de *T. transvaalensis* 11 huevos del predador de menos de ocho horas de edad fueron tomados al azar de la cría de stock. Se individualizaron en arenas plásticas ($\varnothing = 3$ cm) fluctuando en agua destilada y acondicionadas en número de cinco en placas Petri ($\varnothing = 15$ cm) (Franco et al. 2010; Reis et al. 2007). Cada arena contenía una pequeña lámina de plástico transparente con fibra de algodón hidrofílico que sirve de refugio y local de oviposición del predador. Éstos fueron acompañados hasta alcanzar su estado adulto y posterior etapa de oviposición. Se realizó el

seguimiento a los diez primeros huevos de cada uno de los 11 individuos. Estos huevos fueron acompañados hasta su eclosión y posterior sobrevivencia de las larvas. Finalmente fueron observados 110 individuos.

Con la finalidad de determinar si la tendencia de hembras mejor alimentadas de aumentar su fecundidad era pasada de madre para hija, se tomaron al azar 30 huevos de *T. transvaalensis* provenientes de hembras con esta característica. Fueron aislados en discos plásticos ($\varnothing = 3$ cm) (Franco et al. 2010; Reis et al. 2007). Como testigo se individualizaron también 30 huevos tomadas al azar de la cría de stock. Ambas poblaciones fueron alimentadas con polen de *R. communis*. Se determinaron los siguientes parámetros reproductivos de las dos poblaciones en estudio (pre-oviposición, oviposición, postoviposición, tasa de oviposición, total huevos/hembra e longevidad).

Los resultados del comportamiento diario fueron transformados a porcentaje. Los datos de los parámetros reproductivos fueron sometidos a ANOVA seguido por la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). La curva de sobrevivencia Kaplan-Meier de las dos poblaciones de hembras fueron ajustadas y comparadas con la prueba Log-Rank (Hosmer & Lemeshow 1999). Se utilizó teste de X^2 . Los análisis fueron realizados con el Software estadístico RGui 2.12 (R Development Core Team 2010).

Para la confección de las tablas de vida de las dos poblaciones se utilizó la metodología de Andrewartha & Birch (1954) citada por Silveira Neto et al. (1976). Se calcularon los siguientes parámetros poblacionales: R_0 = Tasa líquida de reproducción (progenie hembras/hembra/generación). T = Duración promedio de una generación (días). r_m = Tasa intrínseca de crecimiento poblacional (hembras/hembra/día). λ = Razón finita de aumento (progenie/hembra). TD = Tiempo necesario para que la población duplique el número de individuos (días).

Para estimar la variación de los parámetros poblacionales de *T. transvaalensis* se utilizó la técnica de Jackknife según descrito por Maia et al. (2000). Las diferencias entre los tratamientos fue comparado por análisis de variancia (ANOVA), seguido por la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Para los análisis utilizamos el Software estadístico RGui 2.12 (R Development Core Team 2010).

RESULTADOS

Identificación y descripción de *T. transvaalensis*

Este predador fue confirmado como *Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) por especialistas de la Universidad Federal Rural de Pernambuco.

El huevo de *T. transvaalensis* es elíptico, transparente, brillante. Próximo a la eclosión se torna marrón. El 99.79% de hembras ovipositaron sobre las fibras de algodón y preferentemente durante el periodo de oscuridad. Cada hembra deposita un huevo a cada dos días pudiendo eventualmente también ovipositar entre uno y cuatro huevos por día. En este caso los huevos son colocados juntos y en horarios diferentes. La larva con tres pares de patas, blanco transparente y presenta dos setas largas al final del idiosoma, poca movilidad quedándose próximo al local de la eclosión del huevo, ocurriendo incluso la muda larva-protoninfa con frecuencia en este mismo lugar. La protoninfa con cuatro pares de patas, cuerpo globoso y amarillento por efecto de la alimentación, muy activa en la búsqueda de alimento. La deutoninfa amarillo oscuro, cuerpo aplanado y presenta gran actividad. Pocos minutos después de cada muda comienza a alimentarse. Hasta el 95% de las mudas de *T. transvaalensis* ocurrieron en la fibra de algodón. El adulto es de mayor tamaño, cuerpo globoso, brillante y muy activo. Su color varió de amarillo cuando se alimentó con polen a marrón o rojizo según predó *P. latus* o *T. bastosi*.

Actividad diaria de *T. transvaalensis*

En la proporción del tiempo dedicado a las actividades diarias de las hembras de *T. transvaalensis* se observó principalmente que 35.33% del tiempo se dedica al forrajeo muy posiblemente en la procura de alimento. 33.83% pasa inactivo, principalmente en el borde de la arena. 19.67% se mantiene en las fibras de algodón procurando local de oviposición (Figura 1). Fue observado en los estudios de biología que ninfas y adultos de este predador rasgando con sus queliceras tejido celular de los discos de *J. curcas*.

Comportamiento reproductivo de *T. transvaalensis*

Los 110 huevos originados de las 11 hembras aisladas eclosionaron y se constató la sobrevivencia de las larvas. Fue confirmado así que la reproducción de esta especie predadora es del tipo partenogénesis telitokia donde toda su descendencia son hembras.

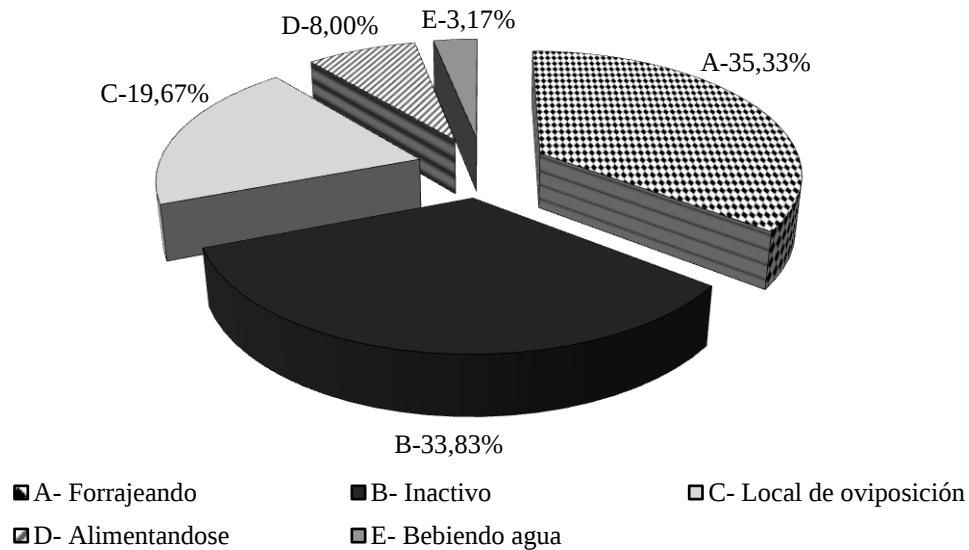


Figura 1. Proporción de tiempo de la actividad diaria de hembras adultas de *Typhlodromus transvaalensis* alimentadas con polen de higuerilla *Ricinus communis*.

Fue observado diferencias significativas entre las dos poblaciones de *T. transvaalensis* en los parámetros pre-oviposición ($F_{1,58} = 13,75$; $P < 0,0001$), tasa de oviposición ($F_{1,58} = 65,97$; $P < 0,0001$) y total de huevos/hembra ($F_{1,58} = 37,64$; $P < 0,0001$). La población seleccionada (por su mayor fecundidad) de hembras de *T. transvaalensis* presentó mejores parámetros reproductivos que la población testigo proveniente de la cría de stock (Cuadro 1). La viabilidad de huevos fue del 100% en las dos poblaciones.

Cuadro 1. Duración en días (promedio $\pm$ EP) de los parámetros reproductivos, tasa de oviposición (huevos/hembra/día), total huevos/hembra y longevidad de dos poblaciones de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) alimentadas con polen de *Ricinus comunnis*.

Parámetros reproductivos	¹ Población de <i>T. transvaalensis</i>	
	Seleccionada ² n = 30	Testigo (cría de stock) ² n = 30
Pre-oviposición	5.10 $\pm$ 0.06b	6.47 $\pm$ 0.36a
Oviposición	24.20 $\pm$ 1.28a	24.27 $\pm$ 2.38a
Post-oviposición	2.53 $\pm$ 0.20a	3.40 $\pm$ 0.50a
Tasa de oviposición ³	1.03 $\pm$ 0.04a	0.59 $\pm$ 0.04b
Total huevos/hembra	24.87 $\pm$ 1.53a	13.17 $\pm$ 1.13b
Longevidad	31.83 $\pm$ 1.26a	34.13 $\pm$ 2.26a

¹Promedios seguidos de la misma letra en la línea no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$).

²n = número de especímenes estudiados.

³Obtenida de la división del número total de huevos depositados por cada hembra y el periodo de oviposición.

Hembras de *T. transvaalensis* seleccionadas presentaron mayor fecundidad y su tasa máxima de oviposición ocurrió a los tres días. El 100% ovipositaron como mínimo un huevo por día y además conservaron la tendencia de las madres de ovipositar con frecuencia dos a tres huevos por día. En la población testigo el 50% de las hembras ovipositaron esporádicamente hasta dos huevos por día. Sin embargo ésta continúa ovipositando por aproximadamente diez días más que la seleccionada.

La sobrevivencia de hembras de *T. transvaalensis* seleccionadas por su mayor fecundidad no difirió estadísticamente de aquella testigo (cría de stock) ($X^2 = 2,60$; $g.l. = 1$; $P = 0,11$). La sobrevivencia de hembras de *T. transvaalensis* seleccionadas alcanzaron el 50% a los 27 días. Mientras que en la población testigo ocurrió a los 24 días (Figura 2).

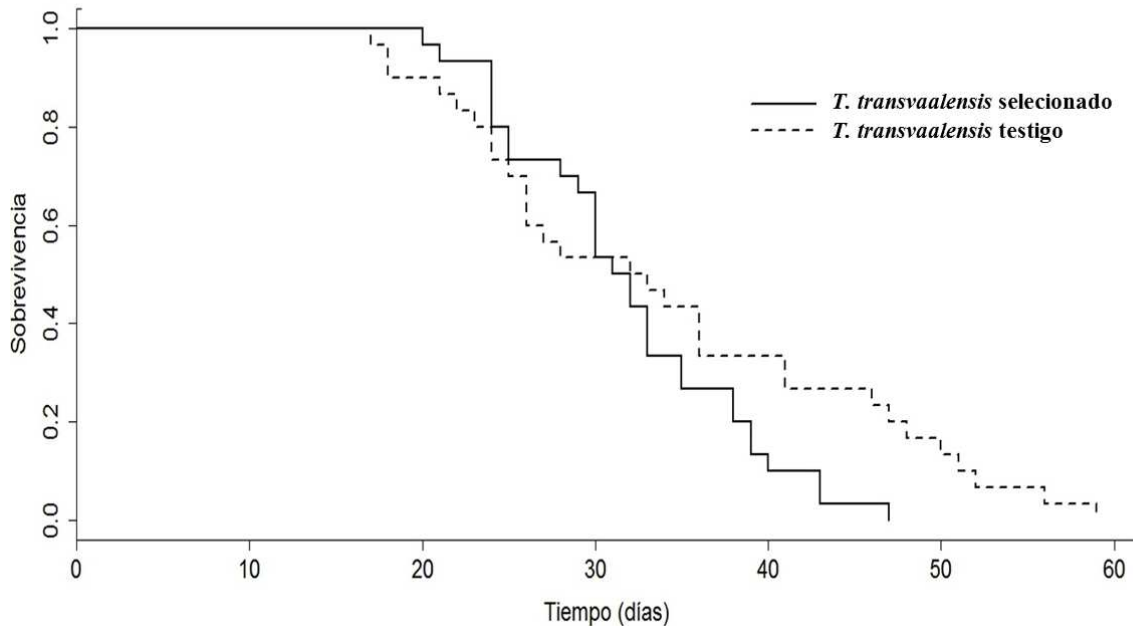


Figura 2. Sobrevivencia (%) de dos poblaciones de hembras de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) seleccionadas por su fecundidad alimentadas con polen de *Ricinus communis*.

Cuando analizamos los parámetros poblacionales de las hembras de *T. transvaalensis* seleccionado y testigo, nosotros observado diferencias significativas entre las dos poblaciones en todos los parámetros: R_0 = Tasa líquida de reproducción ($F_{1,92} = 23217$; $P < 0,0001$), T = Duración promedio de una generación ($F_{1,92} = 1269$; $P < 0,0001$), r_m = Tasa intrínseca de crecimiento poblacional ($F_{1,92} = 6825$; $P < 0,0001$), λ = Razón finita de aumento ($F_{1,92} = 7677$; $P < 0,0001$) y TD = Tiempo necesario para que la población duplique el número de individuos ($F_{1,92} = 7332$; $P < 0,0001$) (Cuadro 2).

Se observó que la población de *T. transvaalensis* seleccionada (por su mayor fecundidad) presentó los mejores parámetros poblacionales, diferenciándose de la población testigo (Cuadro 2). Se destacan en esta población seleccionada la mayor tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r_m), mayor tasa líquida de reproducción (R_0) y menor tiempo para duplicar la población (TD) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros poblacionales obtenidos a partir de la tabla de vida de dos poblaciones de hembras de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) alimentadas con polen de *Ricinus communis*.

Parámetros ²	Población de <i>T. transvaalensis</i> ¹	
	Seleccionada ³ n = 30	Testigo (cría de stock) ³ n = 30
R_0	12,1229±0,0357a	6,4638±0,0175b
T	22,9943±0,0371b	24,9031±0,0374a
r_m	0,1085±0,0003a	0,0743±0,0003b
λ	1,1142±0,0003a	1,0779±0,0002b
TD	6,3890±0,0165b	9,2529±0,0265a

¹Promedios seguidos de la misma letra en la línea no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$).

² R_0 = Tasa líquida de reproducción (progenie hembras/hembra/generación), T = tiempo promedio de una generación (días), r_m = tasa intrínseca de crecimiento poblacional (hembras/hembra/día), λ = tasa finita de crecimiento poblacional (progenie/hembra), TD = tiempo promedio para duplicar la población (días).

³n = número de especímenes estudiados.

DISCUSIÓN

Damos el primer reporte de *T. transvaalensis* asociado a los ácaros herbívoros *P. latus* y *T. bastosi* en piñón. Su ocurrencia coincide con el periodo de aparición de estos fitófagos en plantaciones de piñón entre los meses de diciembre a mayo en el estado de Tocantins-Brasil. Rodríguez-Cruz et al. (2011) también reportan la asociación de *T. transvaalensis* a *P. latus* en campo quienes observaron la presencia de huevos, inmaduros y adultos de este predador en las plantas espontaneas *Ageratum conyzoides* (Asteraceae) y *Baccharis* spp. (Asteraceae) infestadas con *P. latus* en Minas Gerais-BR. En Perú fue asociado a *Panocyclus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae) en cítrico (Guanilo & Martínez 2009). Los diversos reportes de *T. transvaalensis* asociados a productos almacenados, cría de ácaros, estiércol y algunas especies vegetales cultivadas (Ehara & Kishimoto 2007; Guanilo & Martinez 2009; Childers & Denmark 2011) sugieren la adaptación de este predador a una diversidad de ambientes y hábito alimentario.

No obstante no exista información sobre la descripción morfológica para este predador, sus características son típicas de especies de la familia Phytoseiidae (Moraes &

Flechtman 2008). El cambio de color de *T. transvaalensis* entre sus mudas está asociado a la naturaleza del alimento, según sea polen o presa. Utiliza para vaciar el contenido de su presa entre dos y cinco minutos según se alimente de *P. latus* o *T. bastosi*, respectivamente. Esto concuerda con los resultados citados por Baddi & Hernández (1993) con el predador *Euseius mesembrinus* Dean 1957 alimentado con la presa *P. citri* y varios pólenes.

El periodo inactivo luego de la muda es muy corto en *T. transvaalensis* dedicándose inmediatamente a la búsqueda de alimento, comportamiento que coincide con otros fitoseidos (Baddi & Hernández 1993). *Typhlodromus transvaalensis* presenta canibalismo sobre todas las fases de desarrollo lo que es citado también en otros predadores generalistas como *Amblyseius andersoni* Chant 1957, *Neoseiulus cucumeris* Oudemans 1930, *Neoseiulus fallacis* Garman 1948 (Schausberger & Croft 2000), *Amblyseius chungas* Denmark & Muma 1986 (Guanilo & Martínez 2009). Protoninfa, deutoninfa y adulto de *T. transvaalensis* se muestran muy activos cuando se alimentan con *P. latus* no así con *T. bastosi* donde a partir de la deutoninfa disminuye drásticamente su movilidad y actividad predatora. Esto estaría asociado con la preferencia, riqueza nutricional de la presa y presencia de telaraña producida por *T. bastosi* que dificulta la actividad predatora de *T. transvaalensis* (Sarmiento et al. 2011).

Actividades como forrajear, descansar y buscar local de oviposición se destacan en *T. transvaalensis*. Similar a fitoseidos de este y otros géneros como *Typhlodromus annectens* DeLeon 1958, *Euseius stipulatus* Athias-Henriot 1960, *E. mesembrinus* (Badii & Hernández 1993), *Amblyseius largoensis* Muma 1955 (Rodríguez & Ramos 2004) todos predando *P. latus*. Parece que *T. transvaalensis* es capaz de alimentarse de exudados de las hojas de piñón. Que sería común en predadores generalistas tipo III como algunas especies del género *Typhlodromus* y *Amblyseius* (McMurtry & Croft 1997; Luh & Croft 2001). Estos predadores pueden también ser influenciados por la anatomía de la hoja, siendo encontrados en el envés, depresiones laterales de las nervaduras y tricomas en busca de protección (McMurtry & Croft 1997). Este comportamiento fue observado en *T. transvaalensis*, similar *A. chungas* también generalista tipo III (Guanilo & Martínez 2009).

Las especies vegetales en las que ha sido encontrado *T. transvaalensis* (Ferla & Moraes 1998; Gondim Jr. & Moraes 2001; Ferla & Moraes 2002; Hernández & Feres 2006; Ferla et al. 2007; Mineiro et al. 2009; Montes et al. 2011) sugieren que este predador habita en plantas con hojas glabras y pilosas. Contrastando con McMurtry & Croft (1997) que mencionan que fitoseidos tipo III habitan preferentemente en plantas con hojas glabra.

Algunas especies de la familia Phytoseiidae como *Amblyseius herbicolus* Chant 1959, *Proprioseiopsis mexicanus* Garman 1958 (Reis et al. 2007) y ahora en nuestro estudio *T. transvaalensis* presentan reproducción partenogenética telitokia. La ausencia de machos en *T. transvaalensis* también fue documentado por Ehara & Kishimoto (2007). El tipo de reproducción telitokia de *T. transvaalensis* y la posibilidad de pasar a su progenie la característica de una mayor fecundidad son deseables para establecer una cría masal e incorporarlo en programas de control biológico de ácaros-plaga en *J. curcas* y otros cultivos.

CONCLUSIONES

Fue identificada la especie *Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae). Este es el primer reporte de este predador asociando a *P. latus* y *T. bastosi* en piñón.

La capacidad de hembras de *T. transvaalensis* mejor alimentadas de incrementar su fecundidad fue pasada de madre para hijas. Adicionalmente a la reproducción por telitokia, son características deseables para establecer crías de este predador en programas de control biológico.

BIBLIOGRAFÍA

- Badii M.H., Hernandez E. (1993) Ciclo y tablas de vida de *Euseius mesembrinus* Dean (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae) en diferentes tipos de alimento. **Southwest Entomol.**18:305-314
- Barber A., Campbell C., Crane H., Lilley R., Tregidde E. (2003) Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hosts by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Biocontrol Sci Technol** 13:275-284
- Bouras S.L., Papadoulis G.Th. (2005) Influence of selected fruit tree pollen on history of *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae). **Exp Appl Acarol** 36:1-14
- Broufas G.D., Koveos D.S. (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finladicus* (Acari: Phytoseiidae). **Environ Entomol** 29:743-749

- Chant D.A. (1985) Systematics and morphology. In: Helle W, Sabelis M (eds.) *World crop pests: spider mites, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, pp 3-34
- Chant D.A., McMurtry J.A. (2007) Illustrated keys and diagnosis for the gener and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). Indira Publishing House, 220p
- Childers C.C., Denmark H.A. (2011) Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) within citrus orchards in Florida: species distribution, relative and seasonal abundance within trees, associated vines and ground cover plants. **Exp Appl Acarol** 54:331-371
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Teodoro A.V., Erasmo E.A.L., Pedro-Neto M., Ignacio M., Ferreira Jr. D.F. (2012) Acarofauna em cultivo de pinhão-manso e plantas espontâneas associadas. **Pesqu Agropecu Bras** 47:319-327
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Teodoro A.V., Pedro-Neto M., Ignacio M. (2013) Driving factors of the communities of phytophagous and predatory mites in a physic nut plantation and spontaneous plants associated. **Exp Appl Acarol**. 60:509-519
- Durães F.O.M., Laviola B.G., Alves A.A. (2011) Potential and challenges in making physic nut *Jatropha curcas* L. a viable biofuel crop: the brazilian perspective. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources** 6:1-8
- Ehara S., Kishimoto H. (2007) The Occurrence of *Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt (Acari: Phytoseiidae) in Japan. **Jpn Acarol Soc Jpn** 16:139-143
- Ferla N.J., Marchetti M.M., Gonçalves D. (2007). Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango *Fragaria* sp. (Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Biota Neotrop** 7:1-8
- Ferla N.J., Moraes G.J. (1998) Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. **Soc Entomol Bras** 27:649-654
- Ferla N.J., Moraes G.J. (2002) Ácaros predadores (Acari) em plantas nativas e cultivadas do Estado do Rio Grande do Sul. **Rev Bras Zool** 19:1011-1031
- Franco R.A., Reis P.R., Zacarias M.S., Oliveira D. (2010) Influência da teia de *Oligonychus ilicis* McGregor (Acari: Tetranychidae) sobre os fitoseídeos predadores associados. **Neotrop Entomol** 39:97-100
- Gerson U. (1992) Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). **Exp Appl Acarol** 13:163-178
- Gnanvossou D., Hanna R., Yaninek J.S., Toko M. (2005) Comparative life history traits of three neotropical phytoseiid mites maintained on plant-based diets. **Biol Control** 35:32-39

- Gondim Jr. M.G.C., Moraes G.J. (2001) Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. **Syst Appl Acarol** 30p
- Guanilo A.D., Martínez N. (2009) Predadores asociados a *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae) en la Costa Central del Perú. **Ecología Aplicada** 6:117-129
- Hernandes F.A., Feres R.J.F. (2006) Review about mites (Acari) of rubber trees *Hevea* spp. (Euphorbiaceae) in Brazil. **Bio Neotrop** 6:24. BN00406012006
- Hosmer D.W.J., Lemeshow S. (1999) Applied survival analysis: regression modeling of time to event data. John Wiley, New York
- Luh H.K., Croft B.A. (2001) Quantitative classification of life-style types in predaceous phytoseiid mites. **Exp Appl Acarol** 25:403-424
- Maia A.H.N., Luiz A.J.B., Campanhola C. (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. *J Econ Entomol* 93:511-518
- McMurtry J.A., Croft B.A. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annu Rev Entomol** 42:291-321
- Mineiro J.L.C., Raga A., Sato M.E., Lofego A.C. (2009) Ácaros associados ao cafeeiro *Coffea* spp. no estado de São Paulo, Brasil. Parte I. Mesostigmata. **Bio Neotrop.** 9:1
- Momen F.M., Hussein H. (1999) Relationships between food substances, developmental success and reproduction in *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae). **Acarology** 40:107-111
- Montes S.M.N.M., Raga A., Boliani A.C., Mineiro J.L.C., Santos P.C. (2011) Effect of fungicides on the mite fauna of *Prunus persica* L. cultivars in presidente prudente, SP, Brazil. **J Plant Prot Res.** 51:9
- Moraes G.J., McMurtry J.A., Denmark H.A., Campos C.B.A. (2004) A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa** 00:1-494
- Moraes G.J., Flechtman C.H.W (2008) Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Brasil
- Nomikou M., Janssen A., Schraag R., Sabelis M.W. (2001) Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. **Exp Appl Acarol** 25:271-291
- Pedro-Neto M., Sarmiento R.A., Oliveira W.P., Picanço M.C., Erasmo E.A.L. (2013) Biologia e tabela de vida do ácaro-vermelho *Tetranychus bastosi* em pinhão manso. **Pesqu Agropecu Bras** 48:353-357
- R Core Team (2010) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

- Reis P.R., Teodoro A.V., Pedro-Neto M., Silva E.A. (2007) Life History of *Amblyseius herbicolus* (Acari: Phytoseiidae) on coffee plants. **Neotrop Entomol** 36:282-287
- Rodríguez H., Ramos M. (2004) Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* Muma (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). **Rev Prot Veg** 19:73-79
- Rodríguez-Cruz F.A., Venzon M., Amaral D.S.S.L., Duarte M.V.A., (2011) Plantas espontâneas como refúgio do ácaro-branco e seus inimigos naturais em pimenta malagueta. **Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Fortaleza-CE. 6:5
- Sarmiento R.A., Rodrigues D.M., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Kikuchi W.T., Santos G.R., Pallini A. (2011) Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Exp Appl Acarol** 53:203-214
- Schausberger P., Croft B.A. (2000) Cannibalism and intraguild predation among phytoseiid mites: Are aggressiveness and prey preference related to diet specialization?. **Exp Appl Acarol** 24:706-725
- Silveira Neto S., Nakano O., Barbin D., Villa-Nova N.A. (1976) Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Brasil
- Slone D.H., Croft B.A. (2001) Species associations among predacious and phytophagous apple mites (Acari: Eriophyidae, Phytoseiidae, Stimaeidae, Tetranychidae). **Exp Appl Acarol** 25:109-126
- van Rijn P.C.J., van Houten Y.M., Sabelis M.W. (2002) Howplants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. **Ecology** 88:2664-2679

Respuesta biológica a diferentes dietas alimentarias de *Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) predador de ácaros herbívoros en piñón *Jatropha curcas* L.

Resumen: El piñón *Jatropha curcas* L. es una planta con potencial para la producción de biocombustible. Sin embargo su productividad es limitada por plagas como el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* y ácaro rojo *Tetranychus bastosi*. El químico es el principal método de control de estos ácaros fitófagos con los consecuentes problemas del uso indiscriminado. El control biológico de ácaros-plaga proporcionado por organismos nativos es una excelente alternativa al control químico. El ácaro predador *Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) fue colectado en plantas de *J. curcas* con reportes de ataque de *P. latus* y *T. bastosi* en el estado de Tocantins, Brasil. Estudiamos la capacidad predadora, parámetros biológicos y reproductivos de *T. transvaalensis* alimentado con los ácaros herbívoros *P. latus* y *T. bastosi* y pólenes de maíz *Zea mays* L., piñón *J. curcas* e higuera *Ricinus communis* ofrecidos solos y en mistura. *Typhlodromus transvaalensis* predó más *P. latus* que *T. bastosi*. Hembras adultas fueron más eficientes en la predación de todos los estados biológicos de *P. latus*. *Tetranychus bastosi* y la mistura con *P. latus* no fue adecuada para el predador. El ciclo biológico fue menor en las dietas polen de *R. communis* y mistura de *P. latus* + polen de *R. communis*. El polen de *Z. mays* también fue adecuado para el desarrollo y reproducción de *T. transvaalensis*. Parámetros reproductivos y poblacionales del predador fueron proporcionales a la frecuencia de adición de polen. Los resultados sugieren que *T. transvaalensis* es un predador generalista con potencial en el control de *P. latus* en *J. curcas*. Utilizando con éxito polen de *R. communis* y *Z. mays* como alimento complementario.

Palabras claves: Control biológico, *Polyphagotarsonemus latus*, polen, alimento complementario.

Biological response to different food diets of *Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) predator of herbivores mites on physic nut *Jatropha curcas* L.

Abstract: The physic nut *Jatropha curcas* is a crop with potential for biofuel production. However, its productivity is limited by the attack of pests as the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* and the spider mite *Tetranychus bastosi*. The main strategy adopted to control these pests is based on chemical pesticides usage. Biological control of pest mites provided by native organisms is an excellent alternative to chemical control. The predatory mite *Typhlodromus transvaalensis* Nesbitt 1951 (Acari: Phytoseiidae) was collected on *J. curcas* crops with reports of attack by *P. latus* and *T. bastosi* in the state of Tocantins-Brazil. We studied the predatory capacity and life history parameters of *T. transvaalensis* fed with herbivore mites (*P. latus* and *T. bastosi*) or pollen (*Zea mays*, *J. curcas* and *Ricinus communis*) offered individually or in a mixture. All biological stages of *P. latus* were highly suitable as prey to *T. transvaalensis*. However when fed with *T. bastosi* (alone or in a mixture with *P. latus*) *T. transvaalensis* was not suitable for the predator. When fed with pollen of *R. communis* alone or in mixture with *P. latus*, *T. transvaalensis* showed the shortest life cycle among all tested diets. *Zea mays* pollen was also suitable for the development and reproduction of *T. transvaalensis*. Reproductive and populational parameters of the predatory mite were proportional to the frequency of addition of pollen. These results suggest that *T. transvaalensis* is a generalist predator with high potential to control of *P. latus* in *J. curcas* crops. The presence of *R. communis* and *Z. mays* pollens can improve the performance of the predatory mite and consequently contribute to a better control of *P. latus*.

Keywords Biological control, *Polyphagotarsonemus latus*, pollen, complementary food.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de fuentes alternativas a los combustibles fósiles el piñón *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) es una planta potencial para la producción de biocombustible (Durães et al. 2011). Su cultivo debe ser promovido en el marco de un sistema agroecológico que favorezca la abundancia de enemigos naturales (Landis et al. 2000). Esta planta presenta problemas fitosanitarios siendo los ácaros herbívoros de las familias Tarsonemidae, Tenuipalpidae y Tetranychidae citados como plagas importantes. Se destaca para Brasil y muchas áreas del mundo el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) y ácaro rojo *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae) (Sarmiento et al. 2011; Pedro-Neto et al. 2013). El químico es el principal método de control de estos ácaros-plaga con los consecuentes problemas del uso indiscriminado (Sarmiento et al. 2011).

El control biológico proporcionado por organismos nativos es una alternativa válida al control químico. La familia Phytoseiidae es el principal grupo de ácaros empleados como agentes de control biológico en el mundo (Barber et al. 2003). Principalmente de Tetranychidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae. No obstante pocos son los trabajos referentes al control biológico de *P. latus* y *T. bastosi* en *J. curcas*. Sarmiento et al. (2011) comprobaron lo adecuado de *P. latus* y *T. bastosi* como alimento de *Iphiseiodes zuluagai* y *Euseius concordis* en este cultivo. En el estado de Tocantins-Brasil se han determinado una riqueza de fitoseidos asociadas a ácaros herbívoros en *J. curcas*, sobresaliendo *E. concordis*, *I. zuluagai*, *Typhlodromalus aripo*, *Amblydromalus* sp. y *Typhlodromus transvaalensis* (Sarmiento et al. 2011; Cruz et al. 2012; Saraiva 2013). Esta última especie colectada en el periodo de aparición de *P. latus* en campo. Sugiriendo su potencialidad como predador de esta plaga y que motivó el desarrollo de esta investigación.

El único registro de *T. transvaalensis* asociado a *P. latus* en campo corresponde a Rodríguez-Cruz et al. (2011). Mientras que Momen & Hussein (1999) estudiaron el desempeño de este predador en varias dietas de presa y polen. *Typhlodromus transvaalensis* es un fitoseido tipo III que según McMurtry & Croft (1997) son predadores generalistas que se alimentan de ácaros, insectos y polen. En ecosistemas naturales así como en sistemas agrícolas en los que el hábitat es modificado para promover diversidad, el alimento complementario contribuye a la manutención del equilibrio de la relación enemigo natural-presa (Landis et al. 2000). Pudiendo este alimento ser entre otros polen de diversas plantas (Vantornhout et al. 2005; Papadopoulos & Papadoulis 2008).

En ciertos casos ácaros presa por si solos no son adecuados para un buen desarrollo a no ser que un alimento complementario esté presente en el sistema (Broufas & Koveos 2000). Varios pólenes son reportados como alimento complementario para fitoseidos (van Rijn & Tanigoshi 1999; Broufas & Koveos 2000; Bermúdez et al. 2010; Kolokytha et al. 2011; Rodríguez-Cruz et al. 2013). Su valor nutricional varía según la especie y familia botánica e influye sobre parámetros biológicos y reproductivos de fitoseidos (Emmert et al. 2008; Momen & Abdel-Khalek 2008). Bermúdez et al. (2010) citan el efecto positivo de varios polenes sobre *Typhlodromus exilaratus*, *Typhlodromus doreenae*, *Typhlodromus pyri*, *Amblyseius victoriensis*, comparados con aquellos alimentados con los fitófagos *Panonychus citri*, *Tetranychus urticae*, *Brevipalpus chilensis*. Ferreira (2011) determinó que polen de maíz *Zea Mays* (Poaceae) fue adecuado para el desarrollo de *I. zuluagai* y *E. concordis* ambos predadores de *P. latus* e *T. bastosi* en *J. curcas*. No obstante en otros casos se ha determinado disminución de la tasa de predación de *T. pyri* y *Amblyseius hibisci* en la presencia de ciertos polenes como *Typha latifolia* (Typhaceae) (Qingcai & Walde 1997). También la morfología del polen y contenido tóxico de algunas especies vegetales puede limitar su uso por parte del predador (Bermúdez et al. 2010).

Typhlodromus transvaalensis fue colectado en plantas de piñón. No obstante no se conoce sobre su desarrollo, reproducción o preferencia por ácaros herbívoros asociados al este cultivo. Tampoco sobre el uso de fuentes alternativas de alimento asociadas al hábitat de *J. curcas*. Rodríguez-Cruz et al. (2013) sugieren que la asociación de plantas de higuerilla *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) intercalado en los cultivos es beneficioso para el control biológico conservativo de *P. latus*. Tanto *J. curcas* como *R. communis* presentan su inflorescencia en el extremo apical, ofreciendo facilidades para la dispersión del polen en el cultivo principal (van Rijn & Tanigoshi 1999). El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad predadora y parámetros biológicos, reproductivos y poblacionales de *T. transvaalensis* alimentado con las presas *P. latus* y *T. bastosi* y polenes de *R. communis*, *Z. mays* y *J. curcas*. Este conocimiento ayudará a entender la red alimentaria de este predador y su potencial como agente regulador de ácaros-plaga en *J. curcas*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron conducidos en la sala climatizada del laboratorio de Ecología de la Universidad Federal de Tocantins, Campus Gurupi-TO (26 ± 1 °C, 70 ± 5 % de HR y fotoperiodo de 12 horas).

Cría de los ácaros

Se mantuvo una colonia de cría de *T. transvaalensis* en sala climatizada. Se usó discos plásticos ($\varnothing = 9$ cm) fluctuando en agua destilada dentro de bandejas plásticas (Marafeli 2011). Polen de *R. communis* fue utilizado como alimento diario (Reis et al. 2007). Periódicamente era adicionado a la dieta larvas de *P. latus* y *T. bastosi*. Los experimentos comenzaron después que la cría tenía tres generaciones sucesivas en sala climatizada (Kolokytha et al. 2011). *Polyphagotarsonemus latus* y *T. bastosi* fueron obtenidos de las colonias de stock. Estos fueron criados en hojas de *J. curcas* circundadas por algodón humedecido y fijado sobre espuma de polietileno en bandejas plásticas. Para *P. latus* se utilizó hojas tiernas de 5 a 6 cm con el envés hacia arriba y en *T. bastosi* hojas de 10 a 14 cm con el haz hacia arriba (Pedro-Neto et al. 2013). La transferencia de los ácaros a hojas nuevas se efectuó a cada tres días para *P. latus* y semanalmente para *T. bastosi*.

Fuentes de polen

Polen de *Z. mays*, *J. curcas* y *R. communis* fueron obtenidos del Campo Gurupí de la Universidad Federal de Tocantins ($11^{\circ}43'45''$ S, $49^{\circ}04'07''$ O y 278 msnm) y (26 °C, 72.03% HR y 1184.20mm de precipitación). El polen de *Z. mays* fue colectado de inflorescencias que se introducían en fundas de papel, agitándolas para provocar su liberación. Se tamizó para eliminando resto vegetal o artrópodos. El de *J. curcas* fue obtenido de inflorescencias recién abiertas, frotado el polen de cada estambre con un pincel de cerdas fuertes dentro de un recipiente negro donde era colectado. Considerando que los polenes de *Z. mays* y *J. curcas* llega del campo con 20 a 30% de humedad, se deshidrató en estufa a 50°C por 48 horas alcanzando 4% de humedad. En estas condiciones se puede conservar y utilizar hasta por un año en refrigeración a 4°C (Bermúdez et al. 2010). El de *R. communis* se obtuvo de inflorescencias con 20 a 30cm de pedúnculo inmersas en agua destilada por cuatro días. Tres días después el polen de *R. communis* es colectado, tamizado y almacenado en refrigeración a 10°C hasta por 30 días (Daud & Feres 2004). No es

necesaria su deshidratación en estufa. Para evitar problemas de toxicidad del polen de *R. coomunis* éste se utilizó sólo 3 a 5 días después de haber sido colectado.

Experimento 1. Potencial de predación de *T. transvaalensis* sobre *P. latus* y *T. bastosi*

Se estudió el potencial de predación de *T. transvaalensis* sobre *P. latus* e *T. bastosi* en siete bioensayos conducidos en discos de hojas de *J. curcas* ($\varnothing = 3$ cm). Los discos fueron acondicionados en número de cinco fluctuando en agua destilada por cada placas de Petri ($\varnothing = 15$ cm). El agua sirve como barrera física evitando la fuga de los ácaros (Reis et al. 2007; Franco et al. 2010). Se estudió la actividad predadora de larva, ninfa y adulto de *T. transvaalensis* sobre los estados de desarrollo de los fitófagos *P. latus* (huevo, larva, adulto) e *T. bastosi* (huevo, larva, ninfa, adulto). Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (testigo, larva, ninfa y hembra adulta del predador) y 20 repeticiones. Se utilizó 20 individuos por cada fase de las presas (van Maanen et al. 2010). Fueron seleccionadas hembras del predador en edad reproductiva (10 días de edad). Se mantuvieron en ayuno por 24 horas. Las evaluaciones se realizaron 24 horas después de haber sido introducidas las presas y los predadores en los discos. Se contabilizó para cada presa el número de individuos predados, muertos naturalmente, muertos en el agua y vivos.

Experimento 2. Biología e tabla de vida de *T. transvaalensis* en seis dietas alimentarias

Se realizaron seis bioensayos con las dietas: 1. *P. latus*, 2. *T. bastosi*, 3. mistura de *P. latus* + *T. bastosi*, 4. polen de *R. communis*, 5. mistura de *P. latus* + polen de *R. communis* y 6. mistura de *T. bastosi* + polen de *R. communis*. Se utilizaron discos de hoja de *J. curcas* ($\varnothing = 3$ cm) acondicionados en número de cinco fluctuando en agua destilada en placas de Petri (Reis et al. 2007; Franco et al. 2010). Considerando que cada bioensayo se efectuó por separado, se realizaron 75 repeticiones en la dieta *P. latus*, 60 con *T. bastosi*, 30 en *P. latus* + *T. bastosi*, 60 para polen de *R. communis*, 70 en *P. latus* + polen de *R. communis* y 60 para *T. bastosi* + polen de *R. communis*. Se observó la duración en días y sobrevivencia de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa. En los instares inmaduros las observaciones se realizaron a las 8 ho y 16 ho (Rodríguez-Cruz et al. 2013) y en adulto una observación al día (Momen 2012). Se determinó el periodo de preoviposición, oviposición, post-oviposición y longevidad. Basado en los resultados de predación, en la dieta con presa se alimentó con 40 larvas de *P. latus* y 20 *T. bastosi* en dos horarios. En la mistura de estas presas se adicionó en días alternas 40 larvas de *P. latus* y 20 de *T. bastosi*. El polen de *R.*

communis se adicionó diariamente en un solo horario. Para la mistura de *P. latus* + polen de *R. communis* y *T. bastosi* + polen de *R. communis* se utilizó las cantidades antes mencionadas, adicionando diariamente el polen de *R. communis* (Broufas & Koveos 2000).

Para la tabla de vida, hembras sobrevivientes de *T. transvaalensis* fueron confinados en discos ($\varnothing = 3$ cm). Se estudiaron 53 hembras con la dieta *P. latus*, 20 en *P. latus* + *T. bastosi*, 60 con polen de *R. communis*, 70 en *P. latus* + polen de *R. communis* y 25 con *T. bastosi* + polen de *R. communis*. Se evaluó cada 24 horas contando y retirando los huevos (Broufas & Koveos 2000; Kolokytha et al. 2011). Se consideraron aspectos reproductivos y sobrevivencia del predador. La relación sexual es igual a 1 (100 % hembras). Con excepción de la dieta *T. bastosi* donde el predador no se reprodujo con las restantes dietas se obtuvieron por separado las tablas de vida.

Experimento 3. Desempeño de *T. transvaalensis* en tres tipos de polenes

La dieta con polen de maíz *Z. mays*, piñón *J. curcas* e higuerilla *R. communis* fue comparado en los parámetros biológicos, reproductivos y poblacionales de *T. transvaalensis* en discos plástico ($\varnothing = 3$ cm) siguiendo la metodología ya descrita en el anterior experimento de biología. En base a pruebas preliminares realizadas para este experimento se determinó como adecuado utilizar discos plásticos y polen deshidratado. Esto con la finalidad de asegurar buenas condiciones de desarrollo del predador. Se utilizaron 30 repeticiones considerando cada polen como un tratamiento. Los polenes se adicionaron diariamente en un solo horario. La tabla de vida se obtuvo de las hembras sobrevivientes: 30 en polen de *Z. mays*, 23 en *J. curcas* y 30 con polen de *R. communis*.

Experimento 4. Respuesta biológica de *T. transvaalensis* a dieta de *P. latus* con tres frecuencias de adición de polen de *R. communis*

Se determinó la respuesta de los parámetros biológicos, reproductivos y poblacionales de *T. transvaalensis* a tres frecuencia de adición de polen de *R. communis* sobre discos de hoja de *J. curcas* ($\varnothing = 3$ cm). Se empleó la metodología ya descrita en el primer experimento de biología. Se utilizaron 30 repeticiones con tres tratamientos (polen de *R. communis* a cada 24 horas, 48 horas y 72 horas). En las tres frecuencias se adicionó diariamente larvas de *P. latus*. El polen fue adicionado en cantidad suficiente en un solo horario fijo. Veinticuatro horas después el polen viejo era retirado de todos los discos y

repuesto por fresco según la frecuencia correspondiente. La tabla de vida se obtuvo con las 30 hembras sobrevivientes en cada una de las tres frecuencias.

Para determinar la viabilidad de los huevos en los tres experimentos de biología 1032 huevos de hembras sobrevivientes fueron observados diariamente hasta su eclosión o desecación (Rodríguez & Ramos 2004). La viabilidad en porcentaje fue calculada con el número de huevos observados y número de huevos eclosionados.

Análisis estadístico

Los valores de predación fueron sometidos a análisis de variancia y las medias a la prueba de Tukey $\alpha = 0,05$. Los datos de biología y parámetros reproductivos fueron sometidos a ANOVA seguido por la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). La curva de sobrevivencia Kaplan-Meier de hembras alimentadas con las diferentes dietas fueron ajustadas y comparadas con la prueba Log-Rank (Hosmer & Lemeshow 1999). Usamos también teste de X^2 . Para todos los análisis fue utilizado el Software estadístico RGui 2.12 (R Development Core Team 2010).

Para la confección de las tablas de vida se utilizó la metodología de Andrewartha & Birch (1954) citada por Silveira Neto et al. (1976). Se obtuvo los intervalos de edad (x), fertilidad específica (m_x) y tasa de sobrevivencia (l_x). A partir de esto se calcularon los siguientes parámetros poblacionales:

R_0 = Tasa líquida de reproducción (progenie hembras/hembra/generación)

$$R_0 = \sum m_x \cdot l_x$$

T = Duración promedio de una generación (días)

$$T = \sum m_x \cdot l_x \cdot x / \sum m_x \cdot l_x$$

r_m = Tasa intrínseca de crecimiento poblacional (hembras/hembra/día)

$$r_m = \log_e R_0 / T \times 0.4343$$

λ = Razón finita de aumento (progenie/hembra)

$$\lambda = e^{r_m}$$

TD = Tiempo necesario para que la población duplique el número de individuos (días)

$$TD = \ln(2) / r_m$$

Para estimar la variación de los parámetros poblacionales se utilizó la técnica de Jackknife según descrito por Maia et al. (2000). Las diferencias entre tratamientos fue comparado por análisis de variancia (ANOVA), seguido por la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Se utilizó el Software estadístico RGui 2.12 (R Development Core Team 2010).

RESULTADOS

Potencial de predación de *T. transvaalensis* sobre *P. latus* y *T. bastosi*

Typhlodromus transvaalensis predó más *P. latus* que *T. bastosi*. Hubo diferencia significativa en el número de huevos ($F_{3,57} = 345,23$; $P < 0,01$), larvas ($F_{3,57} = 783,08$; $P < 0,01$) y adultos ($F_{3,57} = 207,62$; $P < 0,01$) de *P. latus* predados (Cuadro 1). Hembras adultas del predador se diferenciaron de las ninfas por sus mayores promedios de huevos y adultos de *P. latus* predados (Cuadro 1). También existió diferencia significativa en la predación de huevos, larvas y adultos por parte de ninfas ($F_{3,57} = 310,80$; $P < 0,01$) y adultos del predador ($F_{3,57} = 301,16$; $P < 0,01$) que consumieron más larvas de *P. latus* que huevos y adultos (Cuadro 1). Hubo diferencia significativa en el número de huevos ($F_{3,57} = 59,74$; $P < 0,01$) larvas ($F_{3,57} = 116,71$; $P < 0,01$) y ninfas ($F_{3,57} = 97,85$; $P < 0,01$) de *T. bastosi* predados por las diferentes fases de desarrollo de *T. transvaalensis* (Cuadro 1). Hembras adultas difirieron de las ninfas por el mayor consumo de huevos y larvas (Cuadro 1). Hubo diferencia significativa en la predación de huevos, larvas, ninfas y adultos por parte de ninfas ($F_{4,76} = 52,62$; $P < 0,01$) y adultos del predador ($F_{4,76} = 75,82$; $P < 0,01$) consumiendo significativamente más huevos de *T. bastosi* que larvas y ninfas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número (promedio $\pm$ EP) de *Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus bastosi* (n=20) en sus diferentes fases de desarrollo, predados por las fases de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) durante un período de 24 horas.

Herbívoros	Estado biológico	Tratamientos (Fases de <i>T. transvaalensis</i>)			CV (%)
		Larva	Ninfa	Adulto	
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Huevo	0,00 $\pm$ 0,00 c	11,65 $\pm$ 0,60 b B	16,25 $\pm$ 0,64 a B	28,54
	Larva	0,00 $\pm$ 0,00 b	17,80 $\pm$ 0,56 a A	18,25 $\pm$ 0,43 a A	18,46
	Adulto	0,00 $\pm$ 0,00 c	6,45 $\pm$ 0,37 b C	9,70 $\pm$ 0,55 a C	37,26
CV (%)		0,00	21,40	19,18	
<i>Tetranychus bastosi</i>	Huevo	0,00 $\pm$ 0,00 c	4,10 $\pm$ 0,48 b A	7,25 $\pm$ 0,73 a A	71,77
	Larva	0,00 $\pm$ 0,00 c	2,45 $\pm$ 0,18 b B	3,35 $\pm$ 0,22 a B	48,94
	Ninfa	0,00 $\pm$ 0,00 b	1,80 $\pm$ 0,14 a B	2,05 $\pm$ 0,17 a B	52,42
	Adulto	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00 C	0,00 $\pm$ 0,00 C	0,00
CV (%)		0,00	64,23	60,89	

Promedios seguidos de la misma letra minúscula en las líneas y mayúscula en las columnas no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$).

Biología e tabla de vida de *T. transvaalensis* en seis dietas alimentarias

El tiempo de desarrollo de huevo a adulto fue significativamente diferente entre las dietas ($F_{5,302} = 97,49$; $P < 0,01$) siendo menor cuando el predador se alimentó con aquellas que incluían polen de *R. communis* (Cuadro 2). Con excepción de la dieta *T. bastosi* (38%) y *T. bastosi* + polen de *R. communis* (83%), en las restantes dietas el 100% de juveniles

alcanzaron la edad adulta. El predador no se reprodujo con la dieta *T. bastosi* (Cuadro 2). Hubo diferencias significativas entre las dietas en los parámetros reproductivos pre-oviposición ($F_{4,223} = 55,23$; $P < 0,01$), oviposición ($F_{4,223} = 22,03$; $P < 0,01$), post-oviposición ($F_{4,223} = 13,60$; $P < 0,01$), tasa de oviposición ($F_{4,223} = 27,86$; $P < 0,01$), total de huevos/hembra ($F_{4,223} = 48,14$; $P < 0,01$), longevidad ($F_{4,223} = 33,09$; $P < 0,01$) (Cuadro 2).

Alimentado con las dietas polen de *R. communis* y *P. latus* + polen de *R. communis* el predador presentó mejores parámetros reproductivos (Cuadro 2) comparado con la dieta mixta de *P. latus* + *T. bastosi*. La viabilidad de huevos en todas las dietas fue del 100%.

Cuadro 2. Duración en días (promedio $\pm$ EP) de los parámetros biológicos, periodo huevo-adulto, parámetros reproductivos, tasa de oviposición (huevos/hembra/día), total huevos/hembra y longevidad de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) en seis dietas alimentarias.

Parámetros biológicos	¹ Dieta alimentaria					
	<i>P. latus</i>	<i>T. bastosi</i>	<i>P. latus</i> + <i>T. bastosi</i>	Polen de <i>R. communis</i>	<i>P. latus</i> + polen de <i>R. communis</i>	<i>T. bastosi</i> + polen de <i>R. communis</i>
	² n = 75	² n = 60	² n = 30	² n = 60	² n = 70	² n = 60
Huevo	1,21 $\pm$ 0,07bc	1,65 $\pm$ 0,07a	1,13 $\pm$ 0,10bc	1,07 $\pm$ 0,07c	1,42 $\pm$ 0,05ab	1,33 $\pm$ 0,08bc
Larva	0,69 $\pm$ 0,03a	0,70 $\pm$ 0,04a	0,66 $\pm$ 0,06a	0,66 $\pm$ 0,04a	0,71 $\pm$ 0,04a	0,65 $\pm$ 0,04a
Protoninfa	2,62 $\pm$ 0,14b	4,76 $\pm$ 0,25a	2,27 $\pm$ 0,17bc	1,92 $\pm$ 0,04cd	1,66 $\pm$ 0,04d	1,85 $\pm$ 0,08cd
Deutoninfa	4,95 $\pm$ 0,25b	4,23 $\pm$ 0,22b	6,88 $\pm$ 0,38a	2,25 $\pm$ 0,05c	1,82 $\pm$ 0,05c	2,23 $\pm$ 0,11c
Huevo-adulto	9,48 $\pm$ 0,33b	11,16 $\pm$ 0,33a	10,93 $\pm$ 0,43a	5,90 $\pm$ 0,09c	5,60 $\pm$ 0,06c	5,96 $\pm$ 0,15c
Parámetros reproductivos	² n = 53		² n = 20	² n = 60	² n = 70	² n = 53
Pre-oviposición	10,60 $\pm$ 0,67a		12,03 $\pm$ 0,77a	4,10 $\pm$ 0,19c	5,76 $\pm$ 0,21b	5,20 $\pm$ 0,40bc
Oviposición	18,56 $\pm$ 1,73b		7,90 $\pm$ 0,76c	25,72 $\pm$ 1,75a	19,27 $\pm$ 0,96b	5,52 $\pm$ 0,90c
Post-oviposición	8,08 $\pm$ 0,92a		1,90 $\pm$ 0,38b	4,40 $\pm$ 0,48b	3,73 $\pm$ 0,34b	2,68 $\pm$ 0,29b
Tasa de oviposición ³	0,46 $\pm$ 0,04cd		0,37 $\pm$ 0,05d	0,59 $\pm$ 0,02bc	0,66 $\pm$ 0,02b	1,14 $\pm$ 0,12a
Total huevos/hembra	5,83 $\pm$ 0,43b		2,25 $\pm$ 0,10c	13,78 $\pm$ 0,76a	12,23 $\pm$ 0,60a	4,88 $\pm$ 0,69bc
Longevidad	37,24 $\pm$ 1,33a		21,83 $\pm$ 1,12c	34,22 $\pm$ 1,72a	28,75 $\pm$ 0,92b	13,40 $\pm$ 0,97d

¹Promedios seguidos de la misma letra en la línea no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$)

²n = número de especímenes estudiados

³Obtenida de la división del número total de huevos depositados por cada hembra y el periodo de oviposición.

La sobrevivencia de hembras adultas de *T. transvaalensis* fue influenciada por la dieta ($X^2 = 262$; $g.l. = 4$; $P < 0,05$). No hubo diferencia significativa cuando hembras adultas de *T. transvaalensis* se alimentaron con polen de *R. communis* o *P. latus* ($X^2 = 0,00$; $g.l. = 1$; $P = 0,88$), ambas dietas presentaron mayor sobrevivencia (Figura 1). La sobrevivencia con la mistura *P. latus* + polen de *R. communis* fue significativamente diferente que cuando se alimentó con polen de *R. communis* ($X^2 = 10,3$; $g.l. = 1$; $P < 0,01$) o *P. latus* ($X^2 = 21,9$; $g.l. = 1$; $P < 0,01$), siendo mayor con ésta última dietas. Cuando alimentado con la mistura de *P. latus* + *T. bastosi* presentó baja sobrevivencia con relación a las hembras que consumieron polen de *R. communis* ($X^2 = 27$; $g.l. = 1$; $P < 0,01$), *P. latus* ($X^2 = 59,9$; $g.l. = 1$; $P < 0,01$) y mistura de *P. latus* + polen de *R. communis* ($X^2 = 17$; $g.l. = 1$; $P < 0,01$). Hembras de *T. transvaalensis* alimentadas con la mistura *T. bastosi* + polen de

R. communis tuvieron la menor sobrevivencia con relación a las dietas polen de *R. communis* ($X^2 = 87,90$; $g.l. = 1$; $P < 0,05$), *P. latus* ($X^2 = 107$; $g.l. = 1$; $P < 0,05$) o las misturas *P. latus* + polen de *R. communis* ($X^2 = 107$; $g.l. = 1$; $P < 0,05$) y *P. latus* + *T. bastosi* ($X^2 = 20,10$; $g.l. = 1$; $P < 0,01$) (Figura 1).

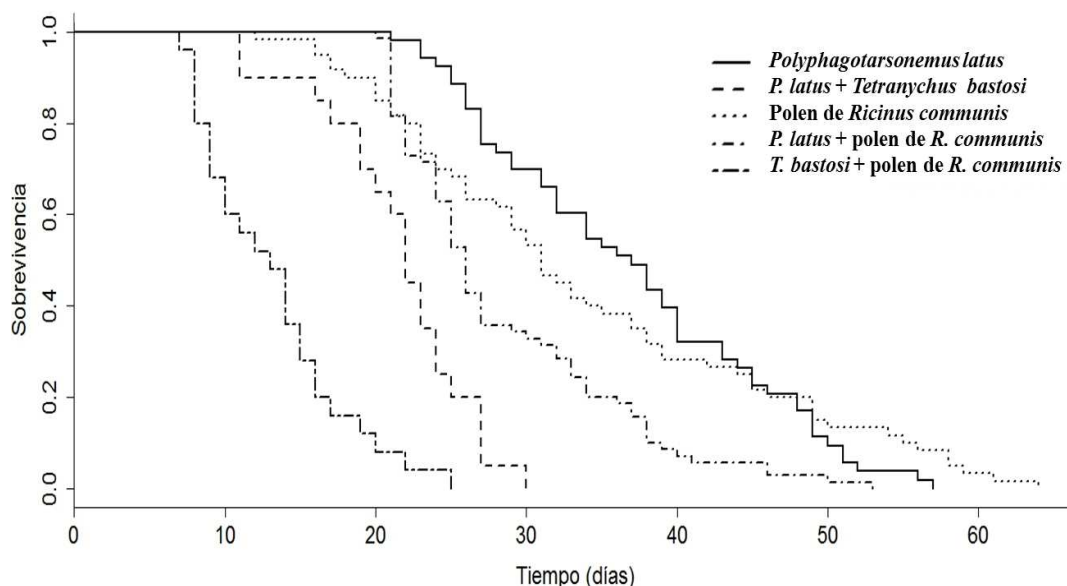


Figura 1. Sobrevivencia (%) de hembras adultas de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) con cinco dietas alimentarias.

Cuando analizamos los parámetros poblacionales de las hembras de *T. transvaalensis*, nosotros observado diferencias significativas entre las dietas en todos los parámetros: R_0 = Tasa líquida de reproducción ($F_{4,176} = 13522$; $P < 0,0001$), T = Duración promedio de una generación ($F_{4,176} = 6857$; $P < 0,0001$), r_m = Tasa intrínseca de crecimiento poblacional ($F_{4,176} = 5904$; $P < 0,0001$), λ = Razón finita de aumento ($F_{4,176} = 6329$; $P < 0,0001$) y TD = Tiempo necesario para que la población duplique el número de individuos ($F_{4,176} = 104,7$; $P < 0,0001$) (Cuadro 3).

Con la dieta de polen de *R. communis* el predador presentó mejores parámetros poblacionales, diferenciándose estadísticamente de las otras dietas (Cuadro 3). Con polen de *R. communis* se destacó en la mayor tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r_m), la tasa líquida de reproducción (R_0) y menor tiempo promedio para duplicar la población (TD) (Cuadro 3). Con la dieta mixta de *P. latus* + *T. bastosi* el predador *T. transvaalensis* presentó la menor tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r_m), menor tasa líquida de reproducción (R_0) y mayor tiempo promedio para duplicar la población (TD) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros poblacionales obtenidos a partir de la tabla de vida registrados para *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) con cinco dietas alimentarias.

Parámetros ²	Dieta alimentaria ¹				
	<i>P. latus</i> ³ n = 53	<i>P. latus</i> + <i>T. bastosi</i> ³ n = 20	Polen de <i>R. communis</i> ³ n = 60	<i>P. latus</i> + polen de <i>R. communis</i> ³ n = 70	<i>T. bastosi</i> + polen de <i>R. communis</i> ³ n = 53
R ₀	2,8482±0,0124c	1,0588±0,0283e	6,7171±0,0163a	5,9717±0,0209b	2,3116±0,0333d
T	32,0875±0,0638a	27,7127±0,2060b	23,6366±0,0333c	22,9597±0,0335d	15,6970±0,0829e
r _m	0,0325±0,0002d	0,0037±0,0008e	0,0806±0,0002a	0,0778±0,0002b	0,0534±0,0012c
λ	1,0331±0,0002d	1,0029±0,0003e	1,0835±0,0003a	1,0810±0,0003b	1,0548±0,0012c
TD	21,3252±0,1572b	268,6846±39,6035a	8,6085±0,0227b	8,9097±0,0282b	13,1249±0,3676b

¹Promedios seguidos de la misma letra en la línea no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$).

²R₀ = Tasa líquida de reproducción (progenie hembras/hembra/generación), T = tiempo promedio de una generación (días), r_m = tasa intrínseca de crecimiento poblacional (hembras/hembra/día), λ = tasa finita de crecimiento poblacional (progenie/hembra), TD = tiempo promedio para duplicar la población (días).

³n = número de especímenes estudiados.

Desempeño de *T. transvaalensis* en tres tipos de polen

El periodo de huevo a adulto fue significativamente diferente entre las dietas con polen de maíz *Z. mays*, piñón *J. curcas* e higuierilla *R. communis* ($F_{2,87} = 75,69$; $P < 0,01$). Éste fue menor cuando se alimentó con polen de *R. communis* que con *J. curcas* (Cuadro 4). El 100% de juveniles alcanzaron la edad adulta con los tres tipos de polen.

Cuadro 4. Duración en días (promedio ± EP) de los parámetros biológicos, periodo huevo-adulto, parámetros reproductivos, tasa de oviposición (huevos/hembra/día), total huevos/hembra y longevidad de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) en tres tipos de polen.

Parámetros biológicos	¹ Tipo de polen		
	Maíz <i>Zea mays</i> ² n = 30	Piñón <i>Jatropha curcas</i> ² n = 30	Higuierilla <i>Ricinus communis</i> ² n = 30
Huevo	1,61 ± 0,06a	1,56 ± 0,06a	1,06 ± 0,11b
Larva	0,70 ± 0,05a	0,67 ± 0,05a	0,72 ± 0,05a
Protoninfa	4,71 ± 0,24a	4,17 ± 0,20a	1,96 ± 0,05b
Deutoninfa	2,69 ± 0,23b	6,99 ± 0,64a	2,13 ± 0,08b
Huevo-adulto	9,71 ± 0,15b	13,38 ± 0,72a	5,87 ± 0,14c
Parámetros reproductivos	² n = 30	² n = 23	² n = 30
Pre-oviposición	6,59 ± 0,53b	17,90 ± 1,25a	4,14 ± 0,28c
Oviposición	31,20 ± 1,40a	9,74 ± 0,99c	23,88 ± 2,10b
Post-oviposición	7,37 ± 1,02a	3,43 ± 0,53b	4,53 ± 0,81b
Tasa de oviposición ³	0,39 ± 0,02b	0,30 ± 0,04b	0,61 ± 0,03a
Total huevos/hembra	11,93 ± 0,69a	2,22 ± 0,09b	13,10 ± 0,84a
Longevidad	45,15 ± 1,04a	31,07 ± 1,48b	32,56 ± 2,07b

¹Promedios seguidos de la misma letra en la línea no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$).

²n = número de especímenes estudiados.

³Obtenida de la división del número total de huevos depositados por cada hembra y el periodo de oviposición.

Hubo diferencias significativas entre los tipos de polen en los parámetros pre-oviposición ($F_{2,80} = 97,31$; $P < 0,01$), oviposición ($F_{2,80} = 40,17$; $P < 0,01$), post-oviposición

($F_{2,80} = 5,53$; $P < 0,01$), tasa de oviposición ($F_{2,80} = 25,97$; $P < 0,01$), total de huevos/hembra ($F_{2,80} = 69,66$; $P < 0,01$) y longevidad ($F_{2,80} = 23,45$; $P < 0,01$). Cuando *T. transvaalensis* se alimentó con polen de *R. communis* y *Z. mays* presentó mejores parámetros reproductivos que con *J. curcas* (Cuadro 4). La viabilidad de huevos fue del 100 % en las tres dietas.

La sobrevivencia de hembras de *T. transvaalensis* fue influenciada por el tipo de polen ($X^2 = 28,90$; $g.l. = 2$; $P < 0,01$). Hembras que se alimentaron con polen de *Z. mays* tuvieron mayor sobrevivencia que cuando alimentadas con polen de *R. communis* ($X^2 = 12,70$; $g.l. = 1$; $P < 0,01$) o de *J. curcas* ($X^2 = 41,50$; $g.l. = 1$; $P < 0,01$) (Figura 2). No fue observado diferencias significativas para la sobrevivencia de hembras que se alimentaron con polen de *R. communis* o *J. curcas* ($X^2 = 0,90$; $g.l. = 1$; $P = 0,33$) (Figura 2).

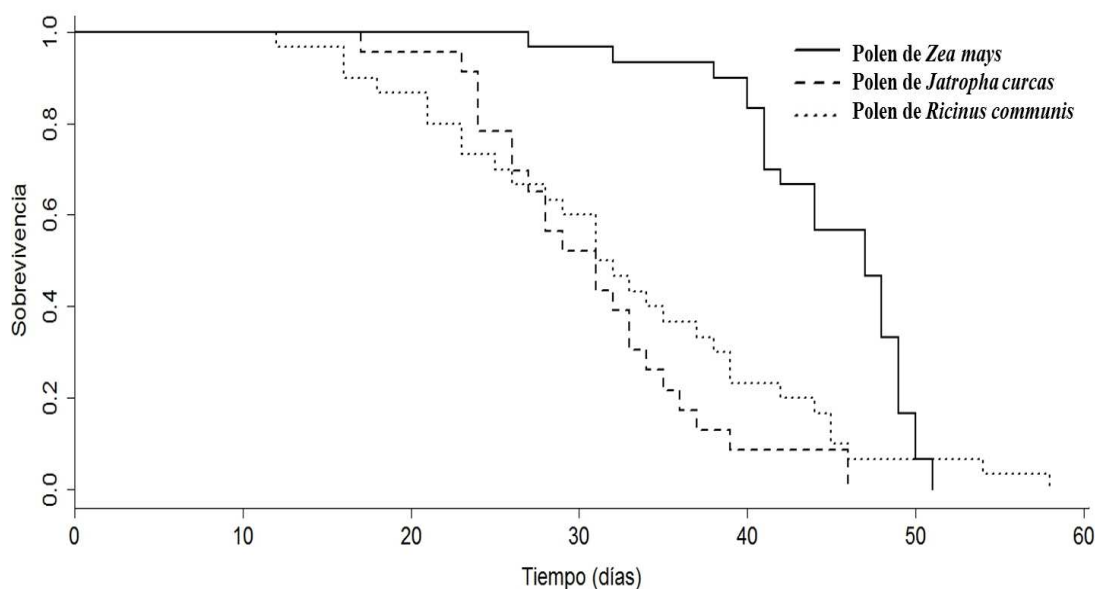


Figura 2. Sobrevivencia (%) de hembras adultas de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) en tres tipos de polen ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de HR e fotoperiodo de 12 horas).

Cuando analizamos los parámetros poblacionales de las hembras de *T. transvaalensis*, nosotros observado diferencias significativas entre los tipos de polen en todos los parámetros: R_0 = Tasa líquida de reproducción ($F_{2,118} = 18011$; $P < 0,0001$), T = Duración promedio de una generación ($F_{2,118} = 9856$; $P < 0,0001$), r_m = Tasa intrínseca de crecimiento poblacional ($F_{2,118} = 20561$; $P < 0,0001$), λ = Razón finita de aumento ($F_{2,118} = 20057$; $P < 0,0001$) y TD = Tiempo necesario para que la población duplique el número de individuos ($F_{2,118} = 133,1$; $P < 0,0001$) (Cuadro 5).

Se observó que cuando *T. transvaalensis* se alimentó con polen de *R. communis* presentó mejores parámetros poblacionales, diferenciándose del polen de *Z. mays* y *J. curcas* (Cuadro 5). Se destaca con polen de *R. communis* la mayor tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r_m), tasa líquida de reproducción (R_o) y menor tiempo promedio para duplicar la población (TD). Con el polen de *J. curcas* este predador presentó la menor tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r_m), menor tasa líquida de reproducción (R_o) y un mayor tiempo promedio para duplicar la población (TD) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Parámetros poblacionales obtenidos a partir de la tabla de vida registrados para *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) en tres tipos de polen.

Parámetros ²	Tipo de polen ¹		
	Maíz <i>Zea mays</i> ³ n = 30	Piñón <i>Jatropha curcas</i> ³ n = 23	Higuerilla <i>Ricinus communis</i> ³ n = 30
R_o	5,8418±0,0144b	1,0600±0,0218c	6,4267±0,0190a
T	31,3197±0,0420b	37,1334±0,1890a	21,9975±0,0358c
r_m	0,0564±0,0001b	0,0026±0,0005c	0,0846±0,0002a
λ	1,0580±0,0001b	1,0026±0,0005c	1,0883±0,0003a
TD	12,3036±0,0313b	352,9151±43,7885a	8,1912±0,0272b

¹Promedios seguidos de la misma letra en la línea no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$).

² R_o = Tasa líquida de reproducción (progenie hembras/hembra/generación), T = tiempo promedio de una generación (días), r_m = tasa intrínseca de crecimiento poblacional (hembras/hembra/día), λ = tasa finita de crecimiento poblacional (progenie/hembra), TD = tiempo promedio para duplicar la población (días).

³n = número de especímenes estudiados.

Respuesta biológica de *T. transvaalensis* a dieta de *P. latus* con tres frecuencias de adición de polen de *R. communis*

Ninguna de las frecuencias de adición de polen de *R. communis* (24, 48 y 72 horas) mostró diferencias significativas en las fases embrionarias y post-embrionarias del predador. Éste presentó periodos de huevo-adulto bajos y próximos entre las frecuencias (Cuadro 6). El 100% de juveniles alcanzaron la edad adulta con las tres frecuencias de polen de *R. communis*. Hubo diferencias significativas entre las frecuencias en el periodo de pre-oviposición ($F_{2,87} = 12,43$, $P < 0,01$), oviposición ($F_{2,87} = 3,47$; $P < 0,05$), post-oviposición ($F_{2,87} = 3,79$; $P < 0,05$) y total huevos/hembra ($F_{2,87} = 10,82$; $P < 0,01$) (Cuadro 6). Este predador presentó mejores parámetros reproductivos cuando se alimentó con larvas de *P. latus* + polen de *R. communis* en la frecuencia de 24 y 48 horas (Cuadro 6). La viabilidad de los huevos fue del 100% en las tres frecuencias.

Cuadro 6. Duración en días (promedio $\pm$ EP) de los parámetros biológicos, periodo huevo-adulto, parámetros reproductivos, tasa de oviposición (huevos/hembra/día), total huevos/hembra y longevidad de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) alimentado con *Polyphagotarsonemus latus* con tres frecuencias de adición de polen de *Ricinus communis*.

Parámetros biológicos	¹ Dieta <i>P. latus</i> + polen de <i>R. communis</i>		
	Frecuencia de adición de polen		
	A cada 24 horas ² n = 30	A cada 48 horas ² n = 30	A cada 72 horas ² n = 30
Huevo	1,49 $\pm$ 0,09a	1,51 $\pm$ 0,11a	1,38 $\pm$ 0,08a
Larva	0,61 $\pm$ 0,05a	0,71 $\pm$ 0,06a	0,74 $\pm$ 0,05a
Protoninfa	1,79 $\pm$ 0,05a	1,59 $\pm$ 0,06a	1,68 $\pm$ 0,08a
Deutoninfa	1,86 $\pm$ 0,07a	1,92 $\pm$ 0,08a	1,85 $\pm$ 0,06a
Huevo-adulto	5,74 $\pm$ 0,13a	5,73 $\pm$ 0,12a	5,65 $\pm$ 0,08a
Parámetros reproductivos	³ n = 30	³ n = 30	³ n = 30
Pre-oviposición	4,22 $\pm$ 0,32b	4,56 $\pm$ 0,30b	6,35 $\pm$ 0,35a
Oviposición	24,27 $\pm$ 1,35a	21,07 $\pm$ 1,38ab	18,50 $\pm$ 1,87b
Post-oviposición	2,87 $\pm$ 0,25b	3,63 $\pm$ 0,40ab	4,73 $\pm$ 0,69a
Tasa de oviposición ³	0,67 $\pm$ 0,03a	0,60 $\pm$ 0,02a	0,61 $\pm$ 0,04a
Total huevos/hembra	15,63 $\pm$ 0,92a	12,20 $\pm$ 0,77b	10,03 $\pm$ 0,88b
Longevidad	31,35 $\pm$ 1,37a	29,26 $\pm$ 1,36a	29,59 $\pm$ 1,81a

¹Promedios seguidos de la misma letra en la línea no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$).

²n = número de especímenes estudiados.

³ Obtenida de la división del número total de huevos depositados por cada hembra y el periodo de oviposición.

La frecuencia de adición de polen de *R. communis* no influyó en la sobrevivencia de hembras adultas de *T. transvaalensis* ($X^2 = 0,90$; g.l. = 2; $P = 0,65$), presentando tiempos de sobrevivencia muy próximos (Figura 3).

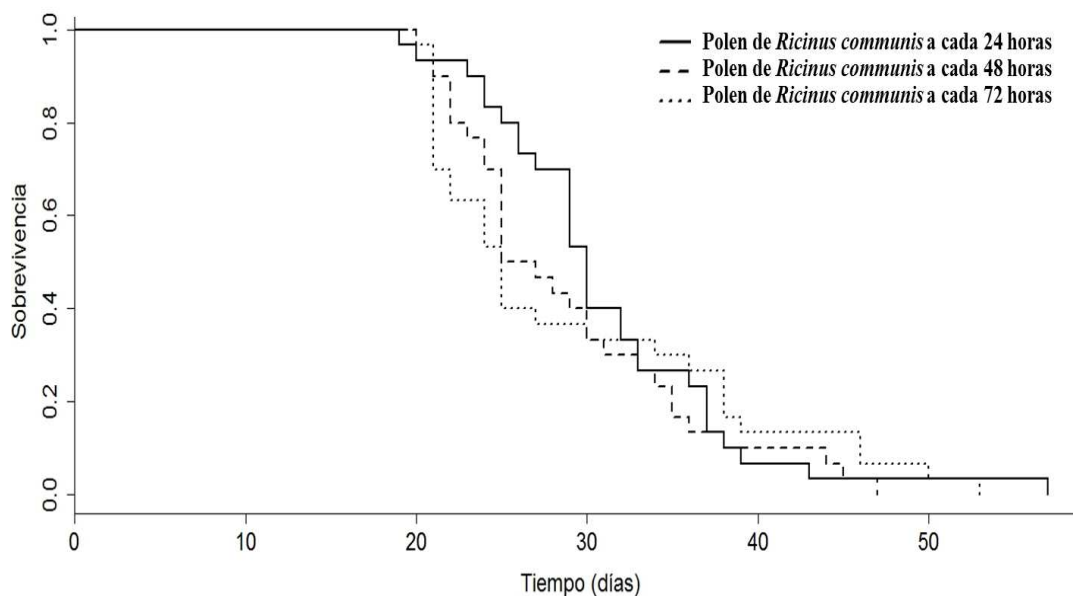


Figura 3. Sobrevivencia de hembras adultas de *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) alimentadas con larvas de *Polyphagotarsonemus latus* y tres frecuencias de adición de polen de higuera *Ricinus communis*.

Al analizar los parámetros poblacionales de las hembras de *T. transvaalensis*, nosotros observamos diferencias significativas entre las frecuencias de adición de polen de *R. communis* en todos los parámetros: R_o = Tasa líquida de reproducción ($F_{2,130} = 5106$; $P < 0,0001$), T = Duración promedio de una generación ($F_{2,130} = 89,36$; $P < 0,0001$), r_m = Tasa intrínseca de crecimiento poblacional ($F_{2,130} = 1929$; $P < 0,0001$), λ = Razón finita de aumento ($F_{2,130} = 1948$; $P < 0,0001$) y TD = Tiempo necesario para que la población duplique el número de individuos ($F_{2,130} = 1811$; $P < 0,0001$) (Cuadro 7).

Se observó que cuando *T. transvaalensis* se alimentó con larvas de *P. latus* + polen de *R. communis* a cada 24 horas presentó mejores parámetros poblacionales, diferenciándose de la frecuencia 48 y 72 horas (Cuadro 7). Se destaca con la frecuencia de polen cada 24 horas por su mayor tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r_m), tasa líquida de reproducción (R_o) y menor tiempo promedio para duplicar la población (TD). Con la frecuencia de polen de *R. communis* a cada 72 horas, este predador presentó la menor tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r_m), menor tasa líquida de reproducción (R_o) y un mayor tiempo promedio para duplicar la población (TD) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Parámetros poblacionales obtenidos a partir de la tabla de vida registrados para *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae) alimentado con *Polyphagotarsonemus latus* con tres frecuencias de adición de polen de *Ricinus communis*.

Parámetros ²	Dieta <i>P. latus</i> + polen de <i>R. communis</i>		
	Frecuencia de adición de polen ¹		
	A cada 24 horas ³ n = 30	A cada 48 horas ³ n = 30	A cada 72 horas ³ n = 30
R_o	7,7431±0,0220a	5,9557±0,0206b	4,8978±0,0183c
T	23,4022±0,0298a	22,8380±0,0369b	23,4432±0,0399a
r_m	0,0875±0,0002a	0,0781±0,0002b	0,0678±0,0002c
λ	1,0913±0,0002a	1,0812±0,0002b	1,0701±0,0003c
TD	7,9265±0,0177c	8,8523±0,0210b	10,2328±0,0405a

¹Promedios seguidos de la misma letra en la línea no difieren significativamente (Tukey $\alpha = 0,05$).

² R_o = Tasa líquida de reproducción (progenie hembras/hembra/generación), T = tiempo promedio de una generación (días), r_m = tasa intrínseca de crecimiento poblacional (hembras/hembra/día), λ = tasa finita de crecimiento poblacional (progenie/hembra), TD = tiempo promedio para duplicar la población (días).

³n = número de especímenes estudiados.

DISCUSIÓN

La mayor actividad predadora de *T. transvaalensis* sobre los estados biológicos de *P. latus* en relación a *T. bastosi* coincide con otros fitoseidos de éste y otros géneros que se alimentan de *P. latus* (Peña 1992; Rodríguez & Ramos 2004; Reis et al. 2007; van Maanen

et al. 2010). Se destacan hembras adultas de *T. transvaalensis* en el consumo de todos los estados biológicos del ácaro blanco (Cuadro 1). Este consumo de adulto pudiera estar asociado a su mayor exigencia nutricional para la oviposición, así como al mayor tamaño y agilidad en la locomoción (Franco et al. 2010). Aunque no especifica el estado biológico consumido Momen & Hussein (1999) reportaron en el único trabajo que se conoce sobre este predador, que hembras adultas de *T. transvaalensis* consumieron 126 individuos de *Eriophyes olivi*, 97 *Eriophyes dioscoridis* y apenas 6 *T. urticae*, demostrando su preferencia por presas pequeñas. Estos ayudaría a explicar el mayor consumo de este predador de presas de *P. latus* que se caracteriza por su pequeño tamaño con relación a *T. bastosi*. Al respecto McMurtry & Croft (1997) mencionan que predadores generalistas tipo III entre los que se encuentra *T. transvaalensis* poseen un mayor potencial de incremento cuando se alimentan con ácaros eriófidos que cuando especies del género *Tetranychus*.

La preferencia de *T. transvaalensis* por larvas de *P. latus* (Cuadro 1) estaría asociado a su reducido tamaño y menor agilidad de locomoción de esta presa con relación a las demás fases post-embrionario. Este comportamiento es observado también en otros predadores de este fitófago como *Euseius alatus* e *I. zuluagai*, *Euseius citrifolius*, *Amblyseius herbicolus* (Reis et al. 2000).

La característica de *T. bastosi* de producir telaraña, propia de la familia Tetranychidae (Pedro-Neto et al. 2013) pudo también influenciar en la menor tasa de predación de *T. transvaalensis*. La textura y cantidad de la telaraña depende de la especie (Morimoto et al. 2006). Esta protege a los huevos contra la desecación y el forrajeo de los predadores (Venzon et al. 2009; Franco et al. 2010; Lemos et al. 2010), reduciendo el movimiento del predador en la planta, situación que no ocurre con los tarsonemidos. Esto ayudaría a explicar porque *T. transvaalensis* presenta una mayor tasa de predación sobre *P. latus*. Preferencia también demostrada por Sarmiento et al. (2011) con *I. zuluagai*.

Sarmiento et al. (2011) registrando un consumo máximo de cuatro individuos de *P. latus* y menos de dos *T. bastosi* en un periodo de ocho horas concluyeron que ambas presas son adecuados para el desarrollo de los predadores *I. zuluagai* y *E. concordis* en piñón. En nuestros experimentos *T. transvaalensis* consumió promedios superiores de hasta 18,25 individuos de *P. latus* por día (Cuadro 1) logrando reproducirse (Cuadro 2). Esta tasa de consumo es aún superior a aquella presentada por *Typhlodromalus peregrinus* (Peña 1992), *Amblyseius swirskii* (van Maanen et al. 2010) e *I. zuluagai* (Sarmiento et al. 2011) todos teniendo como presa a *P. latus*. No fue igual con *T. bastosi* donde este predador aun

consumiendo más presa de este tetranichidio (Cuadro 2) que lo reportado por *I. zuluagai* con *T. bastosi* (Sarmiento et al. 2011) al parecer ni la cantidad ni el valor nutricional fueron suficientes para lograr su oviposición y sobrevivencia (Cuadro 2). Resultados muy similares a Momen & Hussein (1999) con el predador *T. transvaalensis*. Considerando que la ocurrencia de *T. transvaalensis* coincide con el periodo de aparición de *P. latus* nuestros resultados sugieren que este predador generalista presenta mayor potencial para el control de *P. latus* que para *T. bastosi* en *J. curcas*.

El menor ciclo biológico de *T. transvaalensis* en dietas que incluían polen de *R. communis* (Cuadro 2) también fue reportado en *A. herbicolus*, otro predador de *P. latus* cuando alimentado con el mismo polen (Rodríguez-Cruz et al. 2013). En muchas especies fitoseidos reportadas como excelentes candidatos para el control biológico de *P. latus* el parámetro referencial es el periodo de huevo-adulto en el rango de seis a diez días (Rodríguez & Ramos 2004; van Maanen et al. 2010). Nosotros reportamos periodos de madurez de *T. transvaalensis* inferiores con las dietas que incluían polen de *R. communis*. Incluso aquella con *P. latus* se encuentra dentro de este rango (Cuadro 2). No obstante el periodo de huevo-adulto de *T. transvaalensis* cuando alimentado con *P. latus* fue mayor a *Amblyseius largoensis* (Rodríguez & Ramos 2004), *A. herbicolus* (Rodríguez-Cruz et al. 2013) alimentados con la misma presa, éste sobresalió por su mayor longevidad (Cuadro 2). Estos resultados sugieren a este predador como candidato potencial para el control de *P. latus* en piñón. Se suma a las especies *I. zuluagai* y *E. concordis* citadas por Sarmiento et al. (2011). La sobrevivencia huevo-adulto de este predador alimentado con *P. latus* es similar a *T. piry* predando *B. chilensis* (Vargas et al. 2005). Contrariamente con *T. bastosi* su sobrevivencia se vio severamente comprometida, como ocurre cuando se alimenta con *T. urticae* (Momen & Hussein 1999).

Typhlodromus transvaalensis respondió positivamente a la dieta con polen de *R. communis* presentando excelentes parámetros reproductivos y poblacionales (Cuadro 2, 3). Broufas & Koveos (2000) mencionan que en algunos casos, ácaros presa por si solos no son adecuados para un buen desarrollo a no ser que un alimento complementario esté presente en el sistema. La tasa de oviposición de *T. transvaalensis* alimentado con polen de *R. communis* (Cuadro 2) fue superior a la reportada por Momen & Hussein (1999) con el mismo polen. Pero inferior a cuando se alimentó con huevos de la escama *Parlatoria zizyphus*. Reis et al. (2007) manifiestan que la mayor tasa líquida de reproducción (R_0) presentada por *A. herbicolus* alimentado con *Brevipalpus phoenicis* muy similar Rodríguez-

Cruz et al. (2013) con las dietas *P. latus* y polen de *R. communis* puede deberse a la ausencia de machos en esta especie. Sin embargo esto no sucedió con *T. transvaalensis* que compartiendo con este predador el tipo de reproducción partenogenética telitokia (Ehara & Kishimoto 2007) presentó menor tasa líquida de reproducción (R_0) siendo tal vez ésta una característica propia de la especie y no una respuesta a la dieta o al tipo de reproducción.

Los resultados poco satisfactorios de *T. transvaalensis* a la mistura de *P. latus* + *T. bastosi* (Cuadros 2 y 3) son contradictorios a aquellos reportados por Sarmento et al. (2011) con *E. concordis* y *I. zuluagai* alimentados con las mismas presas. Ya que según Evans et al. (1999) y Messelink et al. (2008) es esperado que la mistura de presas provoque efectos positivos sobre la reproducción de especies de predadores.

Este trabajo valida la importancia del polen como alimento complementario en sistemas diversificados, permitiendo el incremento de las densidades de enemigos naturales. Esto fomenta el equilibrio enemigo natural-presa (Landis et al. 2000; Bermúdez et al. 2010). Por lo que la habilidad de los fitoseidos para alimentarse de fuentes alternativas es una característica deseable en un agente de control biológico (van Rijn et al. 2002; Bouras & Papadoulis 2005; Gnanvossou et al. 2005). Nuestros resultados sugieren que *T. transvaalensis* es un potencial regulador de *P. latus* que complementa su dieta con polen en el cultivo de *J. curcas*.

No obstante el polen de *Z. mays* alargó el ciclo biológico de *T. transvaalensis*, presentó parámetros reproductivos deseables (Cuadro 4) incluso superiores a cuando se alimentó con *P. latus* (Cuadro 2) que aseguraría su permanencia por más tiempo en campo. Resultados cercanos a *Typhlodromus athenas* una especie emparentada con *T. transvaalensis* que con varios polenes presentó rango de fecundidad en los que estaría *T. transvaalensis* cuando se alimentó con el polen de *R. communis* y *Z. mays* (Kolokytha et al. 2011). Los mejores parámetros poblacionales de este predador con polen de *R. communis* (Cuadro 5) son coincidentes con *A. herbicolus* con el mismo polen (Rodríguez-Cruz et al. 2013) y *T. athenas* con varios polenes considerados adecuados para estos predadores (Kolokytha et al. 2011). Las diferencias encontradas en nuestro estudio entre los polenes puede estar relacionado con su contenido nutricional (Broufas & Koveos 2000). Polen de *R. communis* presenta 37,5% de proteína (Venzon et al. 2006) pudiendo ser considerado adecuado si se compara el polen de nogal (*Juglans regia* L.) que con 23,15% de proteína se reportó como de poco valor nutricional para *T. athenas* (Kolokytha et al. 2011).

Características morfológicas del polen pudieron también haber intervenido en la preferencia de *T. transvaalensis*. Comparado con el de *R. communis* el polen de *J. curcas* es de mayor tamaño, además de compactarse y formar masas de polen que demandan mayor esfuerzo para que el predador separe y accese a su contenido. Es probable que esta dificultad haya contribuido negativamente a los pobres resultados de este predador con polen de *J. curcas*. A esto se sumaría la posible presencia de toxinas en este polen como esteroides de forbol. Sustancia considerada entre los principales componentes tóxicos para vertebrados e invertebrados en *J. curcas* (Wink et al. 1997; King et al. 2009). Como sucedió con los predadores *T. pyri* y *A. hibisci* quienes en la presencia de polen de *T. latifolia* disminuyeron su tasa de predación (Qingcai & Walde 1997). Esto permite pensar que ciertas especies vegetales podrían no ser alternativa de polen debido a contenidos tóxicos para el predador (Bermúdez et al. 2010).

La defoliación de *J. curcas* durante la estación seca provoca ausencia temporal de presas. En estas circunstancias plantas asociadas proporcionan alimento y refugio para mantener los predadores en campo. Contribuye a la reducción de las densidades de plagas (Landis et al. 2000; van Rijn et al. 2002; Bellini et al. 2005; Demite & Feres 2005; Nomikou et al. 2010). La asociación con plantas de *Z. mays* y *R. communis* que presentan su inflorescencia en el extremo apical puede ofrecer facilidades para la dispersión del polen al cultivo objetivo (van Rijn & Tanigoshi 1999). Mientras que Rodríguez-Cruz et al. (2013) sugieren que la asociación con plantas de *R. communis* beneficia el control biológico conservativo de *P. latus*.

Son escasos los trabajos sobre la respuesta de ácaros predadores a la frecuencia de adición de polen. Se destacan aquellos de Broufas & Koveos (2000) con *Euseius finlandicus* y van Maanen et al. (2010) en *A. swirskii* predador de *P. latus*. Nosotros reportamos que *T. transvaalensis* cumplió su ciclo biológico en un periodo muy similar y se reprodujo con éxito en tres frecuencias de adición de polen de *R. communis* (24, 48 y 72 horas) (Cuadro 6) cercanos a *E. concordis* con la misma dieta. Pero menor a otro fitoseido emparentado como *T. pyri* (Vargas et al. 2005; Bermúdez et al. 2010).

Los parámetros reproductivos y poblacionales de *T. transvaalensis* fueron proporcionales a la frecuencia de adición de polen de *R. communis*. Fueron mejores con 24 horas (Cuadro 6,7) lo que se explicaría por un mejor aprovechamiento de la riqueza nutricional de su dieta (Venzon et al. 2006). Resultados similares a aquellos de Rodríguez-Cruz et al. (2013) con *A. herbicolus*. Sin embargo la capacidad innata de aumentar en

número (r_m) de *T. transvaalensis* se puede considerar baja comparada con otros fitoseidos (Reis et al. 2007).

Ácaros de la familia Phytoseiidae son los agentes de control más eficientes de ácaros-plaga debido a su bajo requerimiento alimentar, alta habilidad de forrajeo, persistencia en plantas con baja infestación de presas, así como por la capacidad de sobrevivir con diferentes tipos de alimentos disponibles (McMurtry & Croft 1997). Por lo que es necesario favorecer la diversidad agroecológica para dar sustentabilidad al desarrollo de las poblaciones de estos enemigos naturales, proporcionándole una fuente alternativa de alimento y refugio.

CONCLUSIONES

Ninfas y adultos de *T. transvaalensis* consumieron mayor cantidad de *P. latus* sobre *T. bastosi*.

Typhlodromus transvaalensis presenta mejores parámetros biológicos, reproductivos y poblacionales cuando alimentado con las dietas polen de *R. communis*, *Z. mays* y dieta mixta de *P. latus* + polen de *R. communis*.

Características morfológicas del polen de *J. curcas*, además del valor nutricional y componentes tóxicos como esteroides de forbol pudieron influir en los pobres parámetros reproductivos y poblacionales presentados por *T. transvaalensis*.

BIBLIOGRAFÍA

- Barber A., Campbell C, Crane H., Lilley R., Tregidde E. (2003) Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hollys by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Biocontrol Sci Technol** 13:275-284
- Bellini M.R., Moraes G.J., Feres R.J.F. (2005) Plantas de ocorrência espontânea como substratos alternativos para fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em cultivos de seringueira *Hevea brasiliensis* Muell (Euphorbiaceae). **Rev Bras Zool** 22: 35-42
- Bermúdez P., Vargas R., Cardenil A., López E. (2010) Effect of pollen from different plant species on development of *Typhlodromus pyri* Sheuten (Acari: Phytoseiidae). **Chilean J Agric Res** 70:408-416

- Bouras S.L., Papadoulis G.Th. (2005) Influence of selected fruit tree pollen on history of *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae). **Exp Appl Acarol** 36:1-14
- Broufas G.D., Koveos D.S. (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finladicus* (Acari: Phytoseiidae). **Environ Entomol** 29:743-749
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Teodoro A.V., Erasmo E.A.L., Pedro-Neto M., Ignacio M., Ferreira Jr. D.F. (2012) Acarofauna em cultivo de pinhão-mansô e plantas espontâneas associadas. **Pesqu Agropecu Bras** 47:319-327
- Daud R.D., Feres R.J.F. (2004) O valor de *Mabea fistulifera* Mart (Euphorbiaceae) planta nativa do Brasil como reservatório para o predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Rev Bras Zool** 21:453-458
- Demite P.R., Feres R.J.F. (2005) Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em serigal *Hevea brasiliensis* Muell. (Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotrop Entomol** 34:829-836
- Durães F.O.M., Laviola B.G., Alves A.A. (2011) Potential and challenges in making physic nut *Jatropha curcas* L. a viable biofuel crop: the brazilian perspective. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources** 6:1-8
- Ehara S., Kishimoto H. (2007) The Occurrence of *Typhlodromus* (*Anthoseius*) *transvaalensis* Nesbitt (Acari: Phytoseiidae) in Japan. **Jpn Acarol Soc Jpn** 16:139-143
- Emmert J.C., Mizell R.F., Andersen P.C., Frank J.H., Stimac J.L. (2008) Diet effects on intrinsic rate of increase and rearing of *Proprioseiopsis asetus* (Acari: Phytoseiidae). **Annu Entomol Soc** 101:1033-1040
- Evans E.W., Stevenson A.T., Richards D.R. (1999) Essential versus alternative foods of insect predators: benefits of a mixed diet. **Oecologia** 121:107-112
- Ferreira V.A. (2011) Desempenho de ácaros predadores sob diferentes fontes de alimento em pinhão mansô. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa
- Franco R.A., Reis P.R., Zacarias M.S., Oliveira D. (2010) Influência da teia de *Oligonychus ilicis* McGregor (Acari: Tetranychidae) sobre os fitoseídeos predadores associados. **Neotrop Entomol** 39:97-100
- Gnanvossou D., Hanna R., Yaninek J.S., Toko M. (2005) Comparative life history traits of three neotropical phytoseiid mites maintained on plant-based diets. **Biol Control** 35:32-39
- Hosmer D.W.J., Lemeshow S. (1999) Applied survival analysis: regression modeling of time to event data. John Wiley, New York

- King A.J., He W., Cuevas J.A., Freudenberger M., Ramiaramananana D., Graham I.A. (2009) Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed. **Exp Botany** 60:2897-2905. Published by Oxford University Press
- Kolokytha P.D., Fantinou A.A., Papadoulis G.TH. (2011) Effect of several different pollens on the bio-ecological parameters of the predatory mite *Typhlodromus athenas* Swirski and Ragusa (Acari: Phytoseiidae). **Environ Entomol** 4: 597-604
- Landis D.A., Wratten S.D., Gurr G.M. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. **Annu Rev Entomol** 45:175-201
- Lemos F., Sarmiento R.A., Pallini A., Dias C.R., Sabelis M.W., Janssen A. (2010) Spider mite web mediates antipredator behaviour. **Exp Appl Acarol** 52:1-10
- Maia A.H.N., Luiz A.J.B., Campanhola C. (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. **J Econ Entomol** 93:511-518
- Marafeli P.P. (2011) Historia de vida de *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) tendo como alimento *Tetranychus urticae* Koch 1836 (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) e pólen de mamoneira *Ricinus communis* L. Tese, Universidade Federal de Lavras
- McMurtry J.A., Croft B.A. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annu Rev Entomol** 42:291-321
- Messelink G.J., van Maanen R., van Steenpaal S.E.F., Janssen A. (2008) Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. **Biol Control** 44:372-379
- Momen F.M. (2012) Influence of life diet on the biology and demographic parameters of *Agistemus olivi* Romeih, a specific predator of eriophyid pest mites (Acari: Stigmaeidae and Eriophyidae). **Trop Life Sci Res** 23:25-34
- Momen F.M., Abdel-Khalek A. (2008) Influence of diet on biology and life-table parameters of the predacious mite *Euseius scutalis* A H (Acari: Phytoseiidae). **Arch Phytopathol Plant Prot** 41:418-430
- Momen F.M., Hussein H. (1999) Relationships between food substances, developmental success and reproduction in *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae). **Acarology** 40:107-111
- Morimoto K., Furuichi H., Yano S., Osakabe M.H. (2006) Web-mediated interspecific competition among spider mites. **J Econ Entomol** 99:678-684
- Nomikou M, Sabelis M.W., Janssen A. (2010) Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. **Biol Control** 55:253-260

- Papadopoulos G.D., Papadoulis G.Th. (2008) Effect of seven different pollens on bio-ecological parameters of the predatory mite *Typhlodromus foenilis* (Acari: Phytoseiidae). **Environ Entomol** 37:340-347
- Pedro-Neto M., Sarmiento R.A., Oliveira W.P., Picanço M.C., Erasmo E.A.L. (2013) Biologia e tabela de vida do ácaro-vermelho *Tetranychus bastosi* em pinhão manso. **Pesqu Agropecu Bras** 48:353-357
- Peña J.E. (1992) Predator-prey interactions between *Typhlodromalus peregrinus* and *Polyphagotarsonemus latus*: Effects of alternative prey and other food resources. **Fla Entomol** 75:241-248
- Qingcai W., Walde S.J. (1997) The functional response of *Typhlodromus pyri* to its prey *Panonychus ulmi*: The effect of pollen. **Exp Appl Acarol** 21:677-684
- R Core Team (2010) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Reis P.R., Teodoro A.V., Pedro-Neto M. (2000) Predatory activity of Phytoseiidae mites on the developmental stages of coffee ringspot mite (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). **An Soc Entomol Bras** 29:547-553
- Reis P.R., Teodoro A.V., Pedro-Neto M., Silva E.A. (2007) Life History of *Amblyseius herbicolus* (Acari: Phytoseiidae) on coffee plants. **Neotrop Entomol** 36:282-287
- Rodríguez H., Ramos M. (2004) Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* Muma (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). **Rev Prot Veg** 19:73-79
- Rodríguez-Cruz F.A., Venzon M., Amaral D.S.S.L., Duarte M.V.A., (2011) Plantas espontâneas como refúgio do ácaro-branco e seus inimigos naturais em pimenta malagueta. **Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Fortaleza-CE. 6:5
- Rodríguez-Cruz F.A., Venzon M., Pinto C.M.F. (2013) Performance of *Amblyseius herbicolus* on broad mites and on castor bean and sunnhemp pollen. **Exp Appl Acarol** DOI. 10.1007/s10493-013-9665-y
- Saraiva A.S. (2013) Efeito das técnicas de manejo de plantas daninhas sobre a acarofauna da cultura do pinhão manso *Jatropha curcas* L. Dissertação, Universidade Federal de Tocantins
- Sarmiento R.A., Rodrigues D.M., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Kikuchi W.T., Santos G.R., Pallini A. (2011) Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Exp Appl Acarol** 53:203-214

- Silveira Neto S., Nakano O., Barbin D., Villa-Nova N.A. (1976) Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Brasil
- van Maanen R., Vila E., Sabelis M.W., Janssen A. (2010) Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. **Exp Appl Acarol** 52:29-34
- van Rijn P.C.J., Tanigoshi L.K. (1999) Pollen as food source for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. **Exp Appl Acarol** 27:785-802
- van Rijn P.C.J., van Houten Y.M., Sabelis M.W. (2002) How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. **Ecology** 88:2664-2679
- Vantornhout I., Minnaert H.L., Tirry L., de Clercq P. (2005) Influence of diet on life table parameters of *Iphiseius degenerans*. **Exp Appl Acarol** 35:183-195
- Vargas R.M., Olivares N.P., Cardemil A.O. (2005) Desarrollo postembrionario y parámetros de tabla de vida de *Typhlodromus pyri* Scheuten, *Cydnodromus californicus* McGregor (Acarina: Phytoseiidae) y *Brevipalpus chilensis* Baker (Acarina: Tenuipalpidae). **Agric Tec** 65:147-156
- Venzon M., Lemos F., Sarmiento R.A., Rosado M.C., Pallini A. (2009) Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. **Pesqui Agropecu Bras** 44:1086-1091
- Venzon M., Rosado M.C., Euzébio D.E., Souza B., Schoereder J. (2006) Suitability of leguminous cover pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotrop Entomol** 35:371-376
- Wink M., Koschmieder C., Sauerwein F., Sporer F. (1997) Phorbol esters of *Jatropha curcas*-biological activities and potential applications. In: Gubitz G, Mittelbach M, Trabi M (eds) Biofuel and industrial products from *Jatropha curcas* Graz. Dbv-Verlag Univ. pp 160-166

Influencia de sistemas de producción en la abundancia y dinámica poblacional de ácaros herbívoros y predadores de importancia económica en piñón *Jatropha curcas* L.

Resumen: Sistemas productivos diversificados son más estables que el convencional al dificultar el crecimiento excesivo de plagas. Favorecen el equilibrio ecológico a través del incremento de enemigos naturales que cuentan con micro hábitats y alimento alternativo. El piñón *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) se encuentra ampliamente difundido en el estado de Tocantins-Brasil cultivado en asocio con otros cultivos. *Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus bastosi* son citados como las plagas claves y el químico es el principal método de control, con los consecuentes problemas de resistencia y contaminación. El objetivo de este trabajo fue estudiar la abundancia y dinámica poblacional de los principales ácaros herbívoros y predadores en varios sistemas de producción de *J. curcas*. Fueron conducidos dos experimentos de campo probando la asociación de *J. curcas* con cultivos, pastos y plantas espontáneas en las entrelineas con y sin irrigación en Gurupi-TO Brasil. Quincenalmente fueron colectadas hojas de *J. curcas* de los estratos apical, medio y basal. Los ácaros fueron contabilizados y montados en láminas en medio Hoyer. *Polyphagotarsonemus latus* y *T. bastosi* fueron los herbívoros más abundantes en *J. curcas* irrigado y no irrigado. La dos especie presentaron estacionalidad. *Polyphagotarsonemus latus* fue más abundante en la época lluviosa y *T. bastosi* en la seca. Los fitoseidos *Amblydromalus* sp., *Typhlodromalus aripo*, *Typhlodromus transvaalensis* fueron los más abundantes en las dos condiciones de irrigación. El sistema *J. curcas* asociado con maíz *Zea mays* favoreció la diversidad y abundancia de ácaros predadores debido a la incorporación de polen de *Z. mays* al sistema. Esta asociación *J. curcas*-*Z. mays* puede ser una alternativa sustentable para promover la reducción de ácaros-plaga en *J. curcas*. Es de fácil adopción. Además de generar un ingreso económico adicional para el productor.

Palabras claves: Sistemas asociados, estacionalidad, control biológico, diversidad.

Influence of production systems on the abundance and population dynamics of herbivores and predators mites of economic importance in physic nut *Jatropha curcas* L.

Abstract: Diversified systems of production are more stable than conventional systems to hinder overgrowth pests. Diversified systems promote the ecological balance by increasing of natural enemies that have microhabitats and alternative food. Physic nut *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) is widely distributed in the state of Tocantins, Brazil, cultivated in association with other crops. *Polyphagotarsonemus Latus* and *Tetranychus bastosi* are cited as key pests and chemical control is the main method of combat, with consequent problems of resistance and pollution. The objective of this work was to study the abundance and population dynamics of the main herbivorous mites and predatory mites in several production systems of *J. curcas*. We conducted two field experiments for testing the *J. curcas* in association with other crops, grasses and non-crop plants in lines with and without irrigation in Gurupi (state of Tocantins, Brazil). Biweekly, *J. curcas* leaves were collected on apical, middle and basal strata. The mites collected were counted and mounted on slides with Hoyer medium. *Polyphagotarsonemus latus* and *T. bastosi* were the most abundant herbivorous mites on *J. curcas* with and without irrigation. Both species showed seasonality. *Polyphagotarsonemus latus* was more abundant in the rainy season and *T. bastosi* in dry season. The phytoseiid *Amblydromalus* sp., *Typhlodromalus aripo* and *Typhlodromus transvaalensis* were the most abundant in both irrigated conditions. The *J. curcas* system associated with maize *Zea mays* favored the diversity and abundance of predatory mites due to the incorporation of *Z. mays* pollen to the system. The association between *J. curcas* and *Z. mays* can be a sustainable alternative to promote the reduction of pest mites on *J. curcas*. It is easy to adopt, in addition to providing additional income for the producer.

Key-words: Associated system, seasonality, Biological control, Diversity.

INTRODUCCIÓN

Sistemas agrícolas como el monocultivo simplifican el ecosistema dificultando el equilibrio de la relación enemigo natural-presa (Bermúdez et al. 2010). En tanto sistemas diversificados favorecen la riqueza y abundancia de enemigos naturales. La heterogeneidad de ambientes ofrece micro hábitats y alimento alternativo, limitando el crecimiento excesivo de plagas (McMurtry & Croft 1997; Altieri et al. 2003). No obstante conlleva a interacciones complejas como competencia entre plantas, herbivoría e interacción con enemigos naturales. Pudiendo la vegetación asociada influenciar el modo de colonización y abundancia de herbívoros y predadores (Kreiter et al. 2002; Pratt et al. 2002).

El piñón *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) es una especie tropical con potencial para la producción de biocombustible (Durães et al. 2011). De interés por su capacidad de desarrollar en “tierras marginales” (King et al. 2009). No obstante responde bien a prácticas de manejo (Laviola & Dias 2008). Está difundido en el estado de Tocantins-Brasil en sistemas de producción que involucra familias en asentamientos rurales. Cultivado en consorcio con frejol caupi (*Vigna unguiculata* L.), maíz (*Zea mays* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), zapallo (*Cucurbita maxima* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.) y pastos (Dias et al. 2007; Rodrigues 2010; Ferreira 2011). Esto genera un ingreso adicional para el productor (Dias et al. 2007). Presenta problemas fitosanitarios destacándose el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) y ácaro rojo *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae) (Lopes 2009; Sarmiento et al. 2011). El químico es el principal método de control, ocasionando problemas de resistencia y contaminación (Moraes 2002).

El control biológico de ácaros-plaga proporcionados por organismos nativos es una excelente alternativa al control químico. La familia Phytoseiidae es el principal grupo de ácaros empleados como agentes de control biológico en el mundo (Barber et al. 2003; Moraes & Flechtman 2008). Muchos son potenciales agentes de control de Tetranychidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae (Chant 1985). En el estado de Tocantins se reporta una gran riqueza de especies fitoseidos asociadas a ácaros herbívoros en *J. curcas*. Se destacan *Euseius concordis*, *Iphiseiodes zuluagai*, *Typhlodromalus aripo*, *Amblydromalus* sp. y *Typhlodromus transvaalensis* (Sarmiento et al. 2011; Cruz et al. 2012a; Saraiva 2013). Sin embargo se conoce poco de la influencia de la acarofauna depredadora sobre los herbívoros *P. latus* y *T. bastosi*, principalmente cuando *J. curcas* es manejado en sistemas consorciados.

Ferreira 2011 determinó un buen desempeño de los fitoseidos *E. concordis* e *I. zuluagai* ambos predadores de *P. latus* y *T. bastosi* alimentados con polen de *Z. mays*. Sugiriendo que *Z. mays* podría ser una alternativa para la asociación con *J. curcas*. Las plantas espontáneas son también un importante componente en agroecosistemas (Marshall et al. 2003). Fornecen refugio y alimento alternativo a ácaros predadores (Landis et al. 2000; Daud & Feres 2004; Bellini et al. 2005; Moraes & Flechtmann 2008; Rodríguez et al. 2011). Ciertas plantas espontáneas en las entrelineas de *J. curcas* presentan potencial para la manutención de ácaros predadores (Verona 2010; Cruz et al. 2012a). Estas fuentes de refugio y alimento son importantes durante la defoliación de *J. curcas* que resulta en un periodo de ausencia de presas (Saturnino et al. 2005). No obstante muchas podrían ser hospederos de ácaros herbívoros (Cruz et al. 2012a).

La estacionalidad influencia la ocurrencia y distribución de la acarofauna en *J. curcas* (Cruz et al. 2012a; Cruz et al. 2013; Rosado 2013; Saraiva 2013). *Polyphagotarsonemus latus* (Peña 1992) y *T. bastosi* muestran estacionalidad en su ataque a *J. curcas* (Cruz et al. 2013). Su ocurrencia está asociado a variaciones climáticas y a la acción de predadores principalmente fitoseidos (Lopes 2009; Verona 2010).

Con el incentivo al cultivo de *J. curcas* es necesario el desarrollo de un sistema de producción sustentable que favorezca el control biológico conservativo. Mejorando la sobrevivencia y desempeño de enemigos naturales en campo por medio de la manipulación del ambiente (Landis et al. 2000). Una alternativa sería el consorcio de *J. curcas* con otros cultivos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue estudiar la abundancia y dinámica poblacional de los principales ácaros herbívoros y predadores en varios sistemas de producción de *J. curcas* irrigado y no irrigado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre agosto de 2012 y julio de 2013 fueron conducidos dos experimentos de campo probando varios sistemas de producción de *J. curcas* con y sin irrigación. Campus Gurupi de la Universidad Federal de Tocantins, Brasil (11°43'45" S, 49°04'07" O y 278msnm) y (26°C, 72.03% HR y 1184.20mm de precipitación). Esta región posee un clima de tipo Aw definido como ecuatorial e invierno seco (Rubel & Kottek 2010). Dos estaciones bien definidas, una lluviosa entre noviembre a abril y una seca de mayo a octubre. En estas condiciones el piñón se desfolia entre julio y septiembre.

Experimento 1. Dinámica poblacional de ácaros herbívoros y predadores en seis sistemas de producción de piñón *Jatropha curcas* L. sin irrigación.

Este experimento tuvo una duración de diez meses (octubre/2012-julio/2013) y se condujo en una plantación de *J. curcas* de 18 meses de edad con distanciamiento de 5 x 2m y 1000 plantas/ha. Fue conducido sin irrigación. Se estudiaron seis sistemas de producción: 1. *J. curcas* consorciado con pasto brachiaria (*Brachiaria brizanta*), 2. *J. curcas* con pasto massai (*Panicum maximum*), 3. *J. curcas* con frejol canavalia (*Canavalia ensiformes*), 4. *J. curcas* limpio (testigo), 5. *J. curcas* con maíz (*Zea mays*) y frejol caupi (*Vigna unguiculata*) alternados, 6. *J. curcas* con vegetación espontánea en las entrelineas.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos (sistemas) y cuatro repeticiones. Parcelas de 24 plantas y 240 m² con una superficie experimental de 5760 m². No se realizó tratamiento fitosanitario en las parcelas de *J. curcas*. En los sistemas *J. curcas* con pasto *P. maximum* y *B. brizanta*, éstos fueron rosados en dos ocasiones durante el periodo lluvioso. *Canavalia ensiformes* fue sembrado con el inicio de las lluvias en noviembre y posteriormente incorporado al suelo como abono verde al final de este periodo lluvioso (abril). *Zea mays* también fue sembrado en noviembre y mantenido hasta los 75 días (febrero). A partir de esta fecha fue removido para sembrar inmediatamente *V. unguiculata* aprovechando las últimas precipitaciones. En el sistema con plantas espontáneas se permitió su crecimiento en las entrelineas, manteniendo limpio la línea de siembra de *J. curcas*. En el sistema *J. curcas* limpio se mantuvo libre de plantas espontáneas con deshierbas.

Debido al periodo de defoliación del *J. curcas* que ocurre entre julio y septiembre, las evaluaciones en las plantas de *J. curcas* sólo se iniciaron a partir de octubre del 2012 con la aparición de las primeras hojas hasta julio del 2013. Quincenalmente fueron escogidas al azar cinco plantas de *J. curcas* del área útil de cada parcela. Cada planta fue estratificada en apical, media y basal (Rosado 2013; Saraiva 2013). En cada estrato se escogieron cinco brotes (uno por planta) y de cada brote se colectó la hoja 3 y 4 totalmente expandida (Lopes 2009). Cada grupo de cinco hojas fueron introducidas en sacos plásticos.

Las hojas de *J. curcas* fueron conservadas en refrigeración a 10°C hasta su procesamiento. Para la recuperación de los ácaros se utilizó la técnica del lavado y colado utilizando un tamiz de 400 Mesh (0,037 mm) (Saraiva 2013). El residuo fue colectado con ayuda de una pipeta en tubos de “eppendorf” conteniendo alcohol al 70%. Todos los ácaros fueron contabilizados y retirados con ayuda de un pincel para su montaje en láminas con

medio de Hoyer (Cruz et al. 2012b; Saraiva 2013). La identificación fue realizada por el especialista del Laboratorio de Ecología de la Universidad Federal de Tocantins (UFT). Se colectaron los datos climatológicos de la Estación Meteorológica del Campus Gurupi-UFT.

Experimento 2. Dinámica poblacional de ácaros herbívoros y predadores en tres sistemas de producción de piñón *Jatropha curcas* L. irrigado.

Un segundo experimento con una duración de doce meses (agosto/2012 a julio/2013) fue conducido en una plantación de *J. curcas* de ocho meses de edad con distanciamiento de 2,5 x 2m y 2000 plantas/ha. Fue conducido con irrigación con la finalidad de evitar la defoliación de las plantas de *J. curcas*. Se compararon tres sistemas de producción: 1. *J. curcas* limpio (testigo), 2. *J. curcas* en consorcio con maíz, 3. *J. curcas* con vegetación espontánea en las entrelineas. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos (sistemas) y tres repeticiones. Parcelas de 150m² con 30 plantas/parcela. La superficie experimental fue de 1350m². No se realizó ningún tratamiento fitosanitario en *J. curcas*. Fueron realizados dos ciclos consecutivos de *Z. mays* (noviembre y febrero) con la finalidad de extender la presencia de polen en el sistema. En las parcelas con plantas espontáneas se mantuvo limpio la línea de siembra y se permitió su crecimiento en la entrelinea. En *J. curcas* limpio se mantuvo libre de plantas espontáneas.

La irrigación evitó la defoliación de las plantas de *J. curcas* durante el periodo seco. Por lo que las evaluaciones de diversidad y abundancia de ácaros herbívoros y predadores en las plantas de *J. curcas* se efectuaron desde agosto de 2012 hasta julio del 2013. Se realizaron muestreos quincenales en cinco plantas del área útil utilizando la metodología de lavado descrita en el primer experimento.

Análisis estadístico

Las diferencias en la abundancia de ácaros herbívoros y predadores entre los sistemas de cultivo de *J. curcas* en los dos experimentos fueron analizadas utilizando un Modelo Lineal Mixto Generalizado GLMER (paquete 'lme4', Bates et al. 2013). El número de ácaros de cada especie muestreada en los sistemas fue transformado a $(\log(x + 1))$ y analizado en función de tratamientos y fechas de muestreo. Como el muestreo fue hecho en la misma área (repetición) a lo largo del tiempo, utilizamos las repeticiones y tiempo muestreado como efecto aleatorio para corrección temporal y espacial por pseudorepetición (Crawley 2013). Se utilizó teste de X^2 . Cuando se observaron diferencias significativas se

accedió a los contrastes entre sistemas. Para determinar que especies de ácaros herbívoros y predadores fueron observados con mayor frecuencia, analizamos la frecuencia de observación de cada especie a lo largo del período de muestreo en función de las zonas con diferentes sistemas. Como cada especie de herbívoro puede presentar diferentes historias de vida y tamaño de población, se decidió no trabajar con el número de individuos observados. En su lugar se escogió el número de individuos observado por especie en cada tiempo. Se empleó el Software estadístico R v2.15.2 (R Core Team 2012).

RESULTADOS

Experimento 1. Dinámica poblacional de ácaros herbívoros y predadores en seis sistemas de producción de piñón *Jatropha curcas* L. sin irrigación.

Diversidad y abundancia de ácaros herbívoros y predadores

Cuando analizamos la abundancia de herbívoros durante el experimento conducido sin irrigación, no fue observado significación estadística en la interacción de la abundancia entre las especies de herbívoros identificadas y los sistemas donde fueron muestreados ($X^2 = 38,405$; $g.l. = 35$; $P = 0,3179$). Sin embargo cada factor fijado (especies de herbívoros y sistemas de consorcios) fue estadísticamente significativo para explicar las diferencias en la abundancia de herbívoros ($X^2 = 284,12$; $g.l. = 7$; $P < 0,0001$ y $X^2 = 14,486$; $g.l. = 5$; $P = 0,0128$, respectivamente). Las especies más abundantes de herbívoros muestreados fueron *P. latus* ($X^2 = 53,837$; $g.l. = 1$; $P < 0,0001$), seguido por *T. bastosi* ($X^2 = 70,134$; $g.l. = 1$; $P < 0,0001$) (Cuadro 1). Ácaros del género *Tetranychus* formaron un tercer grupo de los herbívoros más abundantes ($X^2 = 4,346$; $g.l. = 1$; $P = 0,0371$) (Cuadro 1). En tanto que las especies *Brevipalpus phoenicis* y *Mononychellus planki*, los géneros *Oligonychus* sp., *Tenuipalpus* sp. y ácaros de la familia Tenuipalpidae se agruparon por la menor abundancia de herbívoros muestreados ($X^2 = 0,592$; $g.l. = 1$; $P = 0,4417$) (Cuadro 1). Mayor abundancia de ácaros herbívoros fue observado en los sistemas *J. curcas* limpio (sin vegetación espontánea en las entrelineas), seguido del sistema *J. curcas* asociado con *Z. mays*-*V. unguiculata* ($X^2 = 5,474$; $g.l. = 1$; $P = 0,0193$). En los restantes sistemas no hubo diferencias significativas ($X^2 = 0,132$; $g.l. = 1$; $P = 0,7160$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio de cinco plantas ($\pm$ EP) de la abundancia de ácaros herbívoros muestreados en seis sistemas de producción de *Jatropha curcas* L. sin irrigación.

Especies de herbívoros	Sistemas (Consortio de <i>Jatropha curcas</i>)					
	<i>Brachiaria brizanta</i>	<i>Panicum maximum</i>	<i>Canavalia ensiformes</i>	Área limpia	<i>Zea mays</i> y <i>Vigna unguiculata</i>	Vegetación espontánea
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	282 $\pm$ 42,43	350 $\pm$ 54,92	437 $\pm$ 59,23	435,75 $\pm$ 65,59	455,25 $\pm$ 77,69	357,5 $\pm$ 116,79
<i>Tetranychus bastosi</i>	50,5 $\pm$ 42,10	1,75 $\pm$ 0,48	6,5 $\pm$ 4,03	288,5 $\pm$ 260,61	86,5 $\pm$ 52,81	16,5 $\pm$ 7,45
<i>Tetranychus</i> sp.	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	3,75 $\pm$ 3,75	0,5 $\pm$ 0,50	0 $\pm$ 0,00
Tenuipalpidae	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,25	0,25 $\pm$ 0,25	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00
<i>Mononychellus planki</i>	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,25	0,25 $\pm$ 0,25	0 $\pm$ 0,00
<i>Oligonychus</i> sp.	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,25	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00
<i>Tenuipalpus</i> sp.	0 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,25	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,25	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00	0 $\pm$ 0,00

Analizando la abundancia de los ácaros predadores muestreados durante el experimento sin irrigación, se observó una interacción significativa entre la abundancia de cada especie y los sistemas en estudio ($X^2 = 210,8$; $g.l. = 130$; $P < 0,0001$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de cinco plantas ($\pm$ EP) de la abundancia de ácaros predadores muestreados en seis sistemas de producción de *Jatropha curcas* L. sin irrigación.

Especies de predadores	Sistemas (Consortio de <i>Jatropha curcas</i>)					
	<i>Brachiaria brizanta</i>	<i>Panicum maximum</i>	<i>Canavalia ensiformes</i>	Área limpia	<i>Zea mays</i> e <i>Vigna unguiculata</i>	Vegetación espontánea
<i>Amblydromalus</i> sp.	1.00 $\pm$ 0.41b	3.25 $\pm$ 1.18a	3.50 $\pm$ 0.87a	3.50 $\pm$ 2.02a	11.75 $\pm$ 0.63a	2.25 $\pm$ 0.85a
<i>Typhlodromalus aripo</i>	3.25 $\pm$ 1.11a	2.25 $\pm$ 0.25a	3.00 $\pm$ 1.47a	5.25 $\pm$ 3.68a	5.75 $\pm$ 0.85b	3.25 $\pm$ 0.25a
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>	0.75 $\pm$ 0.48c	0.25 $\pm$ 0.25b	0.75 $\pm$ 0.75b	0.00 $\pm$ 0.00	11.50 $\pm$ 3.38a	0.50 $\pm$ 0.50b
<i>Pronematus</i> sp.	3.50 $\pm$ 1.66a	1.00 $\pm$ 0.41b	1.50 $\pm$ 0.64b	1.50 $\pm$ 0.29b	1.00 $\pm$ 0.41c	0.75 $\pm$ 0.48b
<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	0.25 $\pm$ 0.25c	0.50 $\pm$ 0.50b	1.50 $\pm$ 0.50b	1.25 $\pm$ 0.48b	4.50 $\pm$ 2.06b	1.00 $\pm$ 0.58b
<i>Euseius concordis</i>	0.25 $\pm$ 0.25c	0.25 $\pm$ 0.25b	0.25 $\pm$ 0.25b	1.50 $\pm$ 1.19b	5.50 $\pm$ 1.55b	1.00 $\pm$ 0.71b
<i>Amblyseius neochiapensis</i>	1.00 $\pm$ 0.41b	0.25 $\pm$ 0.25b	0.75 $\pm$ 0.75b	1.75 $\pm$ 1.03b	3.25 $\pm$ 1.65b	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Proprioseiopsis cannaensis</i>	2.50 $\pm$ 0.87b	0.00 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.29b	1.00 $\pm$ 0.58b	0.75 $\pm$ 0.48c	0.25 $\pm$ 0.25b
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25b	0.00 $\pm$ 0.00	1.00 $\pm$ 1.00b	3.00 $\pm$ 0.91b	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Euseius citrifolius</i>	0.00 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.29b	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25b	1.00 $\pm$ 0.41c	0.50 $\pm$ 0.50b
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	1.25 $\pm$ 0.95b	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.50b	0.50 $\pm$ 0.50c	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Asca germani</i>	1.00 $\pm$ 0.41b	1.00 $\pm$ 0.71b	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Amblyseius</i> sp.	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.29b	0.50 $\pm$ 0.29c	0.25 $\pm$ 0.25b
<i>Asca</i> sp.	0.00 $\pm$ 0.00	1.25 $\pm$ 0.95b	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Lasioseius</i> sp.	0.50 $\pm$ 0.50c	0.25 $\pm$ 0.25b	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Aceodromus convolvuli</i>	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.29c	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Neoseiulus</i> sp.	0.25 $\pm$ 0.25c	0.25 $\pm$ 0.25b	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25b	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Agistemus brasiliensis</i>	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.29b
<i>Aceodromus</i> sp.	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25b	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Phytoseius guianensis</i>	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25b	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25b
<i>Cheletogenes ornatus</i>	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Galendromus</i> sp.	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Paraphytoseius multidentatus</i>	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Proprioseiopsis</i> sp.	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Typhlodromalus</i> sp.	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25c	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Zetzellia</i> sp.	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25b
Cunaxidae	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.25 $\pm$ 0.25b

Promedios seguidos de la misma letra minúscula en las columnas no difieren entre sí por el teste de X^2 ($P = 0,05$).

Las especies *Amblydromalus* sp., *T. aripo*, *T. transvaalensis* y *Pronematus* sp. se diferenciaron del resto de predadores por su mayor abundancia en todos los sistemas (X^2 , todos P 's = < 0,05) (Cuadro 2). El sistema *J. curcas* consorciado con *Z. mays*-*V. unguiculata* seguido del sistema *J. curcas* + *B. brizanta* presentaron mayor diversidad y abundancia de especies de ácaros predadores. Un segundo grupo fue formado por los sistemas *J. curcas* + *P. maximum*, *J. curcas* + vegetación espontánea y *J. curcas* limpio. El sistema *J. curcas* + *C. ensiformes* presentó menor diversidad de predadores (Cuadro 2).

Dinámica temporal de ácaros herbívoros y predadores

Cuando analizamos la población de los ácaros herbívoros y predadores más abundantes a lo largo de los meses del año, se observó diferencia en la dinámica temporal de las principales especies estudiadas. Para *P. latus* ambos la interacción entre los sistemas de *J. curcas* con las fechas de muestreo ($X^2 = 49,642$; $g.l. = 45$; $P = 0,2935$) y los sistemas de consorcios no fueron significativos ($X^2 = 9,991$; $g.l. = 5$; $P = 0,0755$). Sin embargo si hubo un fuerte efecto significativo de las fechas de muestreo en la abundancia de este herbívoro ($X^2 = 365,780$; $g.l. = 9$; $P = < 0,0001$). La mayor abundancia de *P. latus* fue observada en el periodo lluvioso, destacándose en los meses de febrero, marzo y abril (X^2 , todos P 's = < 0,05) (Figura 1). En octubre, noviembre, diciembre, junio y julio ningún individuo de *P. latus* fue observado (Figura 1 y 2).

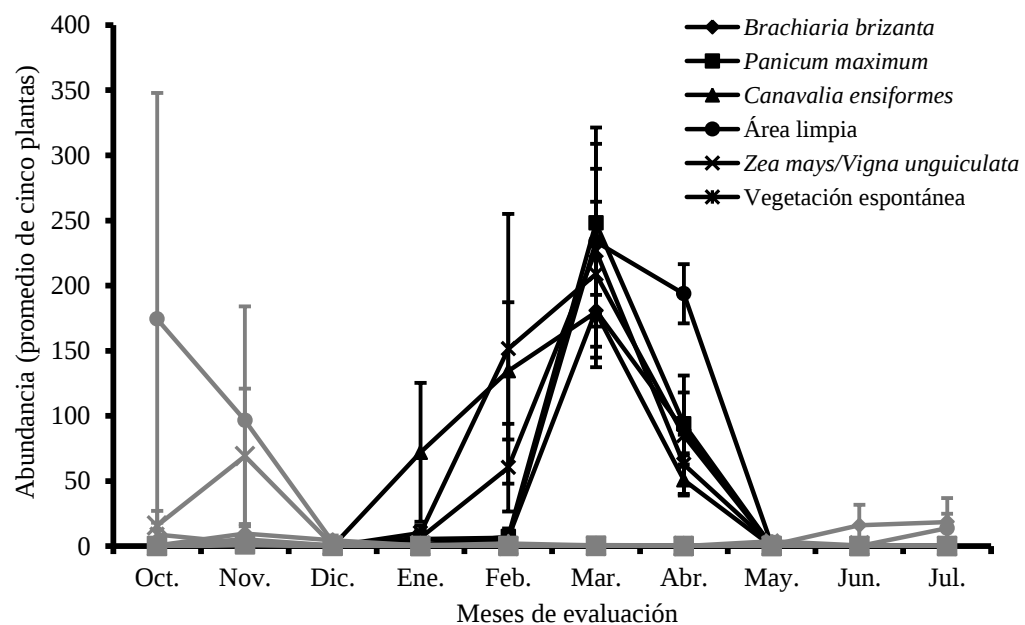


Figura 1. Dinámica temporal de los herbívoros *Polyphagotarsonemus latus* (líneas negras) y *Tetranychus bastosi* (líneas grises) en seis sistemas de producción de *Jatropha curcas* sin irrigación.

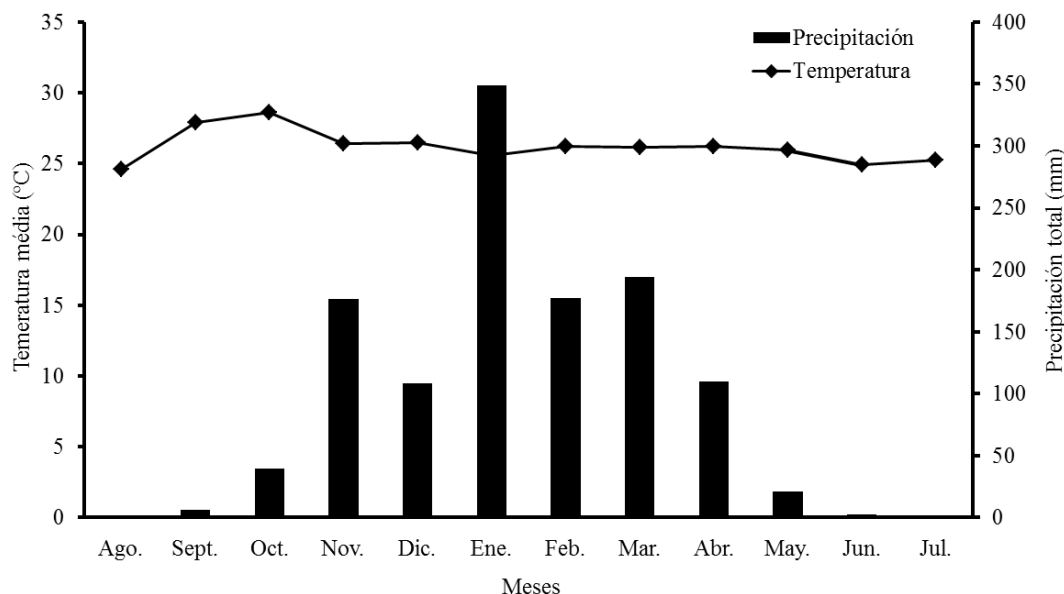


Figura 2. Precipitación (mm) y temperatura media (°C) del área experimental (agosto de 2012 a julio 2013), Gurupi, TO.

Para *T. bastosi* el segundo herbívoro más abundante en *J. curcas* no hubo efecto significativo tanto en la interacción entre los sistemas de consorcios con las fechas de muestreo ($X^2 = 59,685$; *g.l.* = 45; $P = 0,0702$) como entre los sistemas ($X^2 = 10,530$; *g.l.* = 5; $P = 0,0615$). Sin embargo la distribución de *T. bastosi* fue diferente significativamente a lo largo de los meses ($X^2 = 60,173$; *g.l.* = 9; $P = < 0,0001$). Los meses de mayor abundancia fueron octubre y noviembre (X^2 , todos P 's = $< 0,05$) (Figura 1) en el inicio de las precipitaciones (Figura 2).

Analizando la dinámica poblacional de las especies de ácaros predadores nosotros no observamos una interacción significativa entre los sistemas de consorcio y las fechas muestreadas para ninguna de las cuatro especies más abundantes *Amblydromalus* sp., *T. aripo*, *T. transvaalensis* y *Pronematus* sp. (X^2 , todos P 's = $< 0,05$). Para *Amblydromalus* sp. y *T. transvaalensis* si fue observado diferencia significativa en la abundancia entre los sistemas de asociación ($X^2 = 23,452$; *g.l.* = 5; $P = < 0,0001$ y $X^2 = 24,618$; *g.l.* = 5; $P = < 0,0001$, respectivamente). Para ambas especies el sistema que promovió el incremento de la abundancia fue la asociación *J. curcas* con *Z. mays*-*V. unguiculata* (Figura 3). La abundancia de las cuatro especies predadoras fue significativamente diferente entre las fechas de muestreo (X^2 , todos P 's = $< 0,0001$). Se presentaron diferentes picos en su

abundancia a lo largo de los meses. No obstante se observó que estos picos ocurrieron al final del periodo lluvioso e inicio del periodo seco (Figuras 3 y 2).

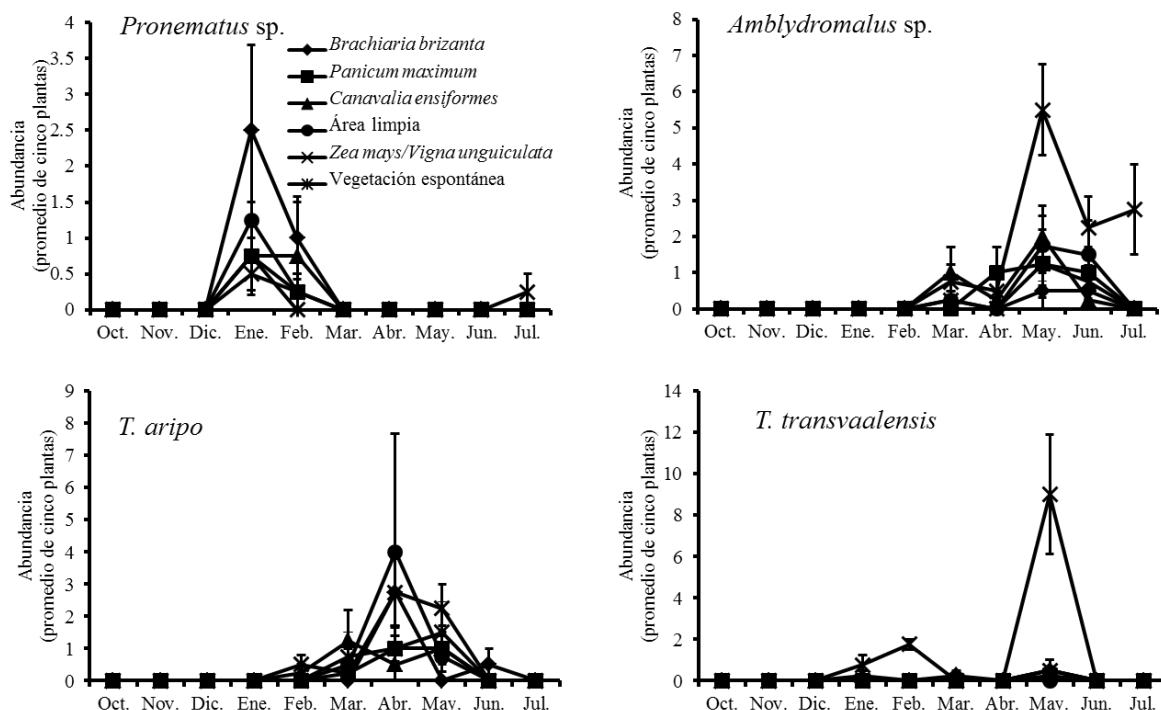


Figura 3. Dinámica temporal de cuatro especies de ácaros predadores más abundantes observadas en seis sistemas de producción de *Jatropha curcas* sin irrigación.

Experimento 2. Dinámica poblacional de ácaros herbívoros y predadores en tres sistemas de producción de piñón *Jatropha curcas* L. con irrigación.

Diversidad y abundancia de ácaros herbívoros y predadores

Cuando analizamos la abundancia de herbívoros durante este segundo experimento conducido con irrigación, no se observó una interacción significativa en la abundancia entre las especies de herbívoros identificadas y los tres sistemas donde ellas fueron muestreadas ($X^2 = 17,393$; $g.l. = 10$; $P = 0,0661$). La abundancia total de herbívoros tampoco fue estadísticamente diferente entre los tres sistemas ($X^2 = 1,104$; $g.l. = 2$; $P = 0,5757$). Sin embargo si fue observado una diferencia significativa en la abundancia de las especies de ácaros herbívoros identificadas ($X^2 = 107,410$; $g.l. = 5$; $P = < 0,0001$) (Cuadro 3). Nuevamente como en el experimento conducido sin irrigación, las especies más abundantes fueron *P. latus* ($X^2 = 42,491$; $g.l. = 1$; $P < 0,0001$) seguido de *T. bastosi* ($X^2 = 22,629$; $g.l. = 1$; $P < 0,0001$). *Brevipalpus phoenicis* fue la tercera especie de ácaro más abundante ($X^2 =$

4,356; $g.l. = 1$; $P = 0,0369$). Mientras que *M. planki* y los géneros *Brevipalpus* sp. y *Oligonychus* sp. no difirieron entre ellos ($X^2 = 0,398$; $g.l. = 1$; $P = 0,5279$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de cinco plantas ($\pm$ EP) de la abundancia de ácaros herbívoros muestreados en tres sistemas de producción de *Jatropha curcas* L. irrigado.

Especies de herbívoros	Sistemas (Consortio de <i>Jatropha curcas</i>)		
	Área limpia	<i>Zea mays</i>	Vegetación espontánea
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	2541,33 $\pm$ 62,96	1680,67 $\pm$ 359,56	1096,33 $\pm$ 207,11
<i>Tetranychus bastosi</i>	8,33 $\pm$ 3,76	6,33 $\pm$ 1,76	86,33 $\pm$ 75,93
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	1,67 $\pm$ 1,20	0,67 $\pm$ 0,67	0,00 $\pm$ 0,00
<i>Mononychellus.planki</i>	0,33 $\pm$ 0,33	0,00 $\pm$ 0,00	0,33 $\pm$ 0,33
<i>Oligonychus</i> sp.	0,33 $\pm$ 0,33	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
<i>Brevipalpus</i> sp.	0,00 $\pm$ 0,00	0,33 $\pm$ 0,33	0,00 $\pm$ 0,00

En esta área experimental con irrigación nosotros observamos una interacción significativa en la abundancia de cada especie de ácaros predadores y los tres sistemas en estudio ($X^2 = 77,627$; $g.l. = 38$; $P < 0,0001$). Esta significativa interacción indica una composición diferente de las especies de ácaros predadores entre los sistemas de producción de *J. curcas*. Por tal razón se realizó un análisis separado de la abundancia de las especies para cada sistema (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de cinco plantas ($\pm$ EP) de la abundancia de ácaros predadores muestreados en tres sistemas de producción de *Jatropha curcas* L. irrigado.

Especies de herbívoros	Sistemas (Consortio de <i>Jatropha curcas</i>)		
	Área limpia	<i>Zea mays</i>	Vegetación espontánea
<i>Amblydromalus</i> sp.	10.00 $\pm$ 2.08a	22.67 $\pm$ 1.45b	6.67 $\pm$ 4.18a
<i>Typhlodromalus aripo</i>	9.33 $\pm$ 4.33a	21.00 $\pm$ 1.15b	7.33 $\pm$ 2.96a
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>	5.00 $\pm$ 1.15b	43.33 $\pm$ 8.29a	2.00 $\pm$ 1.15b
<i>Amblyseius neochiapensis</i>	1.00 $\pm$ 0.58c	3.33 $\pm$ 1.33c	6.67 $\pm$ 4.26a
<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	2.00 $\pm$ 1.00b	6.00 $\pm$ 0.58c	0.67 $\pm$ 0.67c
<i>Euseius concordis</i>	1.00 $\pm$ 0.00c	2.67 $\pm$ 0.67c	2.67 $\pm$ 0.88b
<i>Proprioseiopsis cannaensis</i>	0.67 $\pm$ 0.33c	4.67 $\pm$ 1.86c	1.00 $\pm$ 0.58c
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	0.00 $\pm$ 0.00	1.67 $\pm$ 0.88d	1.00 $\pm$ 1.00c
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	0.33 $\pm$ 0.33c	1.67 $\pm$ 1.20d	0.33 $\pm$ 0.33c
<i>Amblyseius</i> sp.	0.00 $\pm$ 0.00	1.33 $\pm$ 0.33d	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Aceodromus convolvuli</i>	0.00 $\pm$ 0.00	0.33 $\pm$ 0.33d	0.33 $\pm$ 0.33c
<i>Pronematus</i> sp.	0.33 $\pm$ 0.33c	0.00 $\pm$ 0.00	0.33 $\pm$ 0.33c
<i>Amblyseius compositus</i>	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.67 $\pm$ 0.67c
<i>Neoseiulus</i> sp.	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.67 $\pm$ 0.33c
<i>Proprioseiopsis</i> sp.	0.00 $\pm$ 0.00	0.33 $\pm$ 0.33d	0.33 $\pm$ 0.33c
<i>Typhlodromips manglae</i>	0.33 $\pm$ 0.33c	0.33 $\pm$ 0.33d	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Asca</i> sp.	0.00 $\pm$ 0.00	0.33 $\pm$ 0.33d	0.00 $\pm$ 0.00
Ascidae	0.33 $\pm$ 0.33c	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Euseius citrifolius</i>	0.33 $\pm$ 0.33c	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Ricoseius loxoches</i>	0.33 $\pm$ 0.33c	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00

Promedios seguidos de la misma letra minúscula en las columnas no difieren entre si por el teste de X^2 ($P = 0,05$).

Las especies *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp., *T. aripo* y *A. neochiapensis* se diferenciaron significativamente del resto de predadores por su mayor abundancia en los sistemas (X^2 , todos P 's = < 0,05) (Cuadro 4). No fue observado diferencias en la diversidad de especies entre los tres sistemas de producción de piñón con irrigación (Cuadro 4).

Dinámica temporal de ácaros herbívoros y predadores

Cuando analizamos la población de los ácaros herbívoros y predadores más abundantes a lo largo de los meses del año, observamos diferencia en la dinámica temporal de las principales especies identificadas en esta área conducida con irrigación. Para el caso de los herbívoros más abundantes *P. latus* y *T. bastosi* en ambos la interacción ente los sistemas de *J. curcas* con las fechas de muestreo ($X^2 = 31,069$; $g.l. = 22$; $P = 0,0947$ y $X^2 = 23,717$; $g.l. = 22$; $P = 0,3622$, respectivamente) y los tres sistemas no fueron significativo ($X^2 = 1,707$; $g.l. = 2$; $P = 0,4259$ y $X^2 = 3,530$; $g.l. = 2$; $P = 0,1712$, respectivamente). Sólo se observó un efecto significativo de la dinámica poblacional de *P. latus* y *T. bastosi* en función de los meses de muestreo ($X^2 = 187,970$; $g.l. = 11$; $P = < 0,0001$ y $X^2 = 52,513$; $g.l. = 11$; $P = < 0,0001$, respectivamente). Nuevamente como en el caso del área sin irrigación la mayor incidencia de *P. latus* fue observada en el periodo lluvioso (Figura 2). Sobresaliendo en diciembre, enero, febrero y marzo (X^2 , todos P 's = < 0,05) (Figura 4).

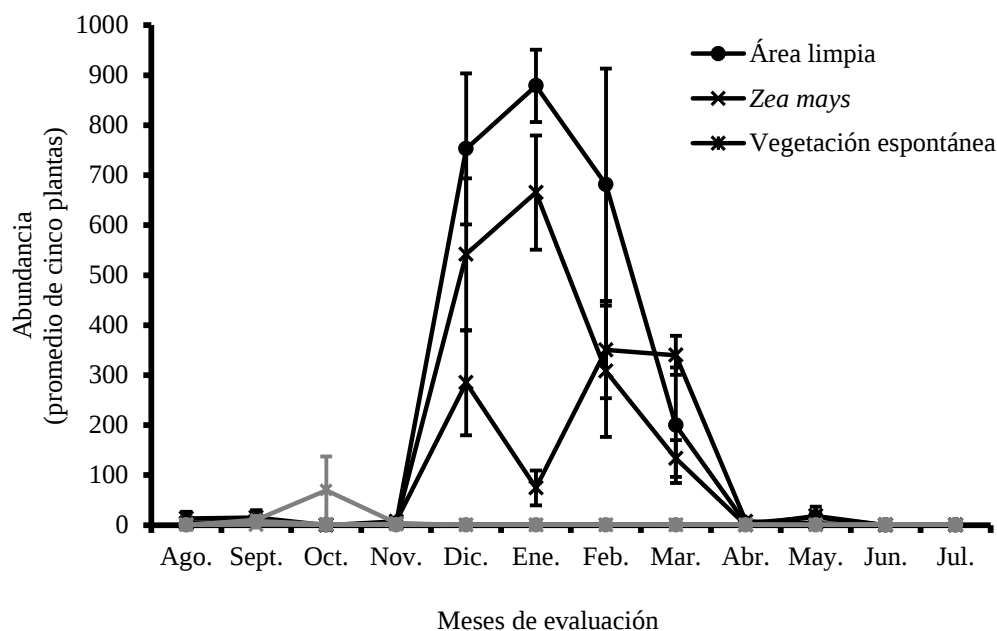


Figura 4. Dinamica temporal de los herbívoros *Polyphagotarsonemus latus* (líneas negras) y *Tetranychus bastosi* (líneas grises) en tres sistemas de producción de *Jatropha curcas* irrigado.

En los restantes meses aún en poblaciones bajas se observó la presencia de *P. latus* (Figura 4), diferenciándose del campo experimental sin irrigación donde este herbívoro no fue observado durante cinco meses (Figura 1). Para *T. bastosi* los meses de mayor abundancia fueron septiembre, octubre, noviembre y junio (X^2 , todos P 's = < 0,05) que son meses de ausencia o menor precipitación (Figura 4 y 2).

Cuando analizamos la dinámica poblacional de las especies de ácaros predadores no fue observada una interacción significativa entre los sistemas asociados y las fechas muestreadas para ninguna de las especies predadores más abundantes *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp., *T. aripo* y *A. neochiapensis* (X^2 , todos P 's = < 0,05) (Figura 5).

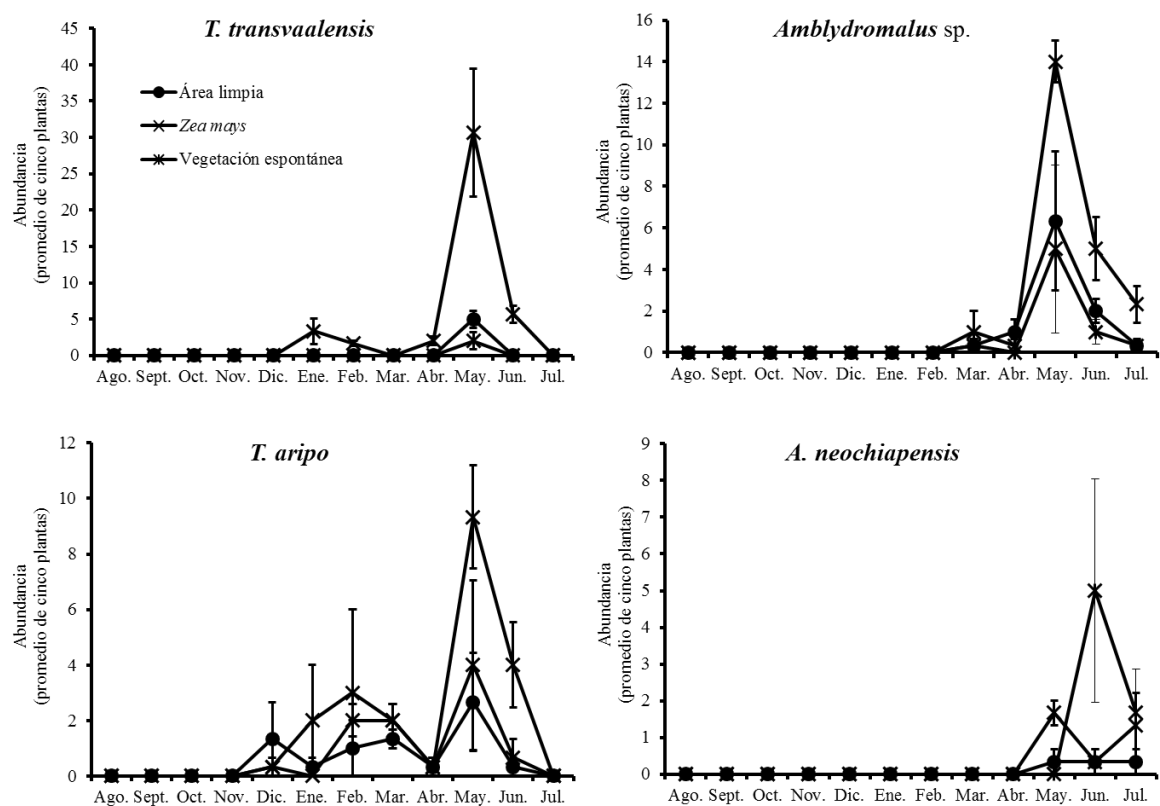


Figura 5. Dinámica temporal de cuatro especies de ácaros predadores más abundantes observadas en tres sistemas de producción de *Jatropha curcas* irrigado.

Typhlodromus transvaalensis, *Amblydromalus* sp. y *T. aripo* presentaron diferencia significativa en la abundancia entre los sistemas de producción ($X^2 = 23,703$; $g.l. = 2$; $P = < 0,0001$, $X^2 = 12,284$; $g.l. = 2$; $P = < 0,0001$ y $X^2 = 6,269$; $g.l. = 2$; $P = < 0,0001$, respectivamente) siendo para estas tres especies el sistema *J. curcas* en consorcio con *Z. mays* aquel que favoreció la abundancia de estos predadores (Figura 5). La abundancia de

las cuatro especies predatoras fue significativamente diferente entre las fechas de muestreo (X^2 , todos $P's = < 0,0001$). Se observó que *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp. y *T. aripo* coincidieron en su pico de abundancia en mayo (Figura 5) que corresponde al inicio del periodo seco (Figura 2).

DISCUSIÓN

Jatropha curcas sin irrigación

La mayor abundancia de *P. latus* seguida de *T. bastosi* (Cuadro 1) confirman a estas especies como las plagas claves en *J. curcas* (Lopes 2009; Sarmiento et al. 2011). Sin embargo *P. latus* destacó por su severo daños al tejido foliar. Daños también citados en hortalizas, frutales y otros cultivos de importancia agrícola (Gerson 1992; Moraes & Flechtmann 2008; Venzon et al. 2008). No obstante estos resultados contrastan con Sarmiento et al. (2011); Cruz et al. (2012a) y Saraiva (2013), quienes no detectaron la presencia de *P. latus* en *J. curcas* cultivado en el estado de Tocantins-Brasil.

No obstante se presentaron en menor abundancia en las plantas de *J. curcas*, merecen atención las especies de los géneros *Tetranychus*, *Mononychellus*, *Oligonychus* y *B. phoenicis* (Cuadro 1). Cruz et al. (2012a; 2012b) menciona a este grupo de herbívoros como el más abundante en plantas espontáneas asociadas a *J. curcas*. Siendo citadas como plagas en otros cultivos de importancia agrícola como *T. evansi* y *T. urticae* en hortalizas (Venzon et al. 2009), *Mononychellus tanajoa* en *M. esculenta* (Kariuki et al. 2005), *Oligonychus ilicis* en café *Coffea* sp. (Teodoro et al. 2008; Pedro-Neto et al. 2010) y *B. phoenicis* en cítricos, *Coffea* sp., ornamentales (Feres et al. 2009; Pedro-Neto et al. 2010).

Plantas espontáneas son un importante componente en agroecosistemas y la reducción de su diversidad y abundancia afectan la ocurrencia de artrópodos benéficos en los cultivos (Marshall et al. 2003). La mayor abundancia de ácaros herbívoros (Cuadro 1) observados en el sistema *J. curcas* limpio (sin plantas espontáneas en las entrelíneas) estaría relacionada con el hecho que al eliminar estas plantas se provoca la migración de herbívoros al cultivo principal y la ausencia de locales de refugio y fuentes alternativas de alimentación para enemigos naturales. Consecuentemente los herbívoros se incrementan (Cruz et al. 2012a; Cruz et al. 2012b; Saraiva 2013). Plantas en las entrelineas son de gran importante especialmente cuando no existen condiciones de manutención de predadores en

el cultivo principal (Broufas & Koveos 2000; Landis et al. 2000; Marshall et al. 2003; Daud & Feres 2004; Matos et al. 2004; Moraes & Flechtmann 2008; Rodríguez et al. 2011). No obstante debe considerarse que muchas pueden ser refugio de herbívoros (Altieri et al. 2003; Bellini et al. 2005; Childers & Denmark 2011).

La composición de plantas en un sistema influencia la diversidad de especies fitoseidos presentes (Broufas & Koveos 2000; Kreiter et al. 2002; Pratt et al. 2002; Demite & Feres 2005) y la forma como interactúen determinará el nivel de control de los ácaros-plaga (Cakmark et al. 2009). Observamos una composición diferente de las especies de ácaros predadores entre los sistemas de producción de *J. curcas* (Cuadro 2). Se destacaron las especies de la familia Phytoseiidae (*Amblydromalus* sp. *T. aripo*, *T. transvaalensis*) también reportadas por Sarmiento et al. (2011); Cruz et al. (2012a) y Saraiva (2013) en esta misma región de Brasil. Phytoseiidae es el principal grupo de agentes de control biológico de ácaros-plaga (McMurtry & Croft 1997; Petrova et al. 2000; Pratt et al. 2002; Barber et al. 2003; Matos 2006), siendo estas tres especies fitoseidos promisorias para el desarrollo de programas de control biológico de ácaros-plaga en *J. curcas*.

Sistemas productivos diversificados son más estables que el convencional al dificultar el crecimiento excesivo de plagas. Favorece el equilibrio ecológico a través del incremento de enemigos naturales que cuentan con micro hábitats y alimento alternativo (Landis et al. 2000). La mayor diversidad y abundancia de especies predadores fitoseidos reportadas en el sistema *J. curcas* consorciado con *Z. mays* –*V. unguiculata* (Cuadro 2) pudo estar asociada a la disponibilidad del polen de *Z. mays*. Broufas & Koveos (2000) sostienen que la ocurrencia de predadores en un cultivos está ligada a la presencia de polen antes que a la presa. Incluso si el polen es adecuado podrían sostener poblaciones de fitoseidos capaces de reducir altas densidades de ácaros-plaga. Al respecto Ferreira (2011) determinó que *I. zuluagai* y *E. concordis* ambos predadores de *P. latus* y *T. bastosi* en *J. curcas* tuvieron buen desempeño con la dieta polen de *Z. mays*. Sugiriendo que *Z. mays* puede ser una opción viable para ser consorciado con *J. curcas*.

Varios estudios en sistemas agrícolas sugieren que ácaros predadoras generalistas de la familia Phytoseiidae son más abundantes que ácaros especialistas (Ferla et al. 2007; Bellini et al. 2008). Estos tienen la ventaja de utilizar una infinidad de alimento como polen hongos, néctar, presas (McMurtry & Croft, 1997). Por tanto parte de esos recursos alimentarios requeridos pueden ser ofrecidos por las plantas asociadas en las entrelineas

(Isaacs et al. 2009). Esto facilita posteriormente el desplazamiento al cultivo principal (Broufas & Koveos 2000; Marshall et al. 2003; Daud & Feres 2004; Cruz et al. 2012a).

La estacionalidad del ataque de plaga a los cultivos está influenciada por factores abiótico y bióticos (Rosado 2013; Montasser et al. 2011). *Polyphagotarsonemus latus* y *T. bastosi* mostraron estacionalidad en su ataque a *J. curcas* (Figura 1). Está influenciada principalmente por la variación de factores climáticos (precipitación, temperatura y fotoperiodo). *Polyphagotarsonemus latus* fue más abundante en la época lluviosa, siendo ya demostrada su correlación positiva con la precipitación (Ferreiera 2006; Lopes 2009; Verona 2010; Rosado 2013). *Tetranychus bastosi* fue más abundante en el periodo caliente durante la época seca. Esto sugiere que esta plaga al igual que otros Tetranychidae requieren altas temperaturas para su éxito reproductivo (Bounfour & Tanigoshi 2001; Silva 2002). Otro aspecto importante para su distribución, sería el local de alimentación en la planta, relacionado con la morfología y capacidad del herbívoro para alimentarse de un determinado tipo de hojas. Debido a sus quelíceras cortas *P. latus* sólo consigue perforar tejidos tiernos (Gerson 1992; Guedes et al. 2007; Moraes & Flechtmamm 2008), explicándose su preferencia por brotes nuevos que son abundantes en *J. curcas* durante la época lluviosa. Rosado (2013) determinó un aumento gradual de *P. latus* con el surgimiento de nuevas brotaciones. Las queliceras largas de *T. bastosi* le permiten por el contrario alimentarse de hojas maduras del tercio medio de las plantas.

Es claro que *P. latus* y *T. bastosi* presentan exigencias ecológicas distintas. Ocurren en épocas diferentes del año y ocupando estratos distintos en la planta. Esta diferente exploración de recursos puede ser una estrategia de adaptación de estos herbívoros en plantas de *J. curcas*, común en muchos artrópodos (Morris 2003; Rosado 2013). Esto es factible de suceder si consideramos que ambas especies en condiciones adecuadas son capaces de incrementar sus poblaciones al punto de provocar severa defoliación en *J. curcas* que representaría el agotamiento del recurso alimentario.

No obstante los predadores fueron menos abundancia con relación a los fitófagos, se destacaron los fitoseidos *Amblydromalus* sp., *T. aripo*, *T. transvaalensis* durante la época seca. Coincidiendo ésto con la menor abundancia de fitófagos. Tal vez esto ocurra porque los predadores generalistas son más eficientes en poblaciones bajas de ácaros-plaga (McMurtry & Croft 1997). Es posible que el consorcio *J. curcas* con *Z. mays* y *V. unguiculata* haya contribuido a asegurar la permanencia en campo de estos fitoseidos durante la época seca. Brindándoles refugio y alimento en su pico poblacional entre abril y

mayo (Figura 3). Periodo este que es de transición entre la época lluviosa y seca (Figura 2) cuando la población de herbívoros decrece. Esta manutención es muy importante especialmente en periodos críticos de escases de alimento proporcionado por el propio cultivo o sus ácaros herbívoros (Oliveira et al. 2007; Fiedler et al. 2008; Tsitsilas et al. 2011). La defoliación de *J. curcas* durante los meses secos (Saturnino et al. 2005) corresponde a un periodo crítico.

Es innegable la presencia de ácaros-plaga en *J. curcas*, más también lo es la diversidad y abundancia de predadores. En este contexto el control biológico conservativo es una excelente opción para aumentar la sobrevivencia y desempeño de enemigos naturales en campo mediante la manipulación del ambiente (Landis et al. 2000). Nuestros resultados sugieren que el sistema *J. curcas* con *Z. mays* y *V. unguiculata* podría ser una alternativa sustentable para promover la reducción de las poblaciones de ácaros-plaga en *J. curcas*. Siendo de fácil adopción, además de generar un ingreso adicional para el productor.

Jatropha curcas **irrigado**

No obstante la irrigación haber evitado la defoliación de *J. curcas* durante la época seca ofreciendo permanente recurso alimentario, esto no modificó la dominancia de las especies herbívoras. Del mismo modo que en el experimento sin irrigación las especies *P. latus* seguida de *T. bastosi* fueron las más abundantes (Cuadro 3). Ratificandose como plagas claves en este cultivo (Lopes 2009; Sarmiento et al. 2011). La presencia permanente de hojas nuevas en las plantas de *J. curcas* tampoco influyó en la diversidad y abundancia de otros herbívoros (Cuadro 3) que fueron comunes con aquellos del área no irrigada (Cuadro 1). Esta permanente emisión de brotes en las plantas de *J. curcas* irrigado contribuyó muy posiblemente a la falta de diferenciación observada en la abundancia de herbívoros entre los tres sistemas, contrastando con aquel no irrigado donde si hubo diferencias entre los sistemas en estudio (Cuadro 1).

Hubo una composición diferente de las especies de ácaros predadores entre los sistemas de producción de *J. curcas* irrigado (Cuadro 4). Se observó gran similitud de las especies predadoras en las dos áreas experimentales (con y sin irrigación), sobresaliendo por su abundancia los fitoseidos *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp., *T. aripo* y *A. neochiapensis* (Cuadro 4). Confirmando a esta familia predadora como la de mayor importancia económica (McMurtry & Croft 1997; Petrova et al. 2000; Moraes 2002; Pratt

et al. 2002; Barber et al. 2003). Posiblemente el hecho que la irrigación del área experimental no modificara la composición de las especies de herbívoros influyó en la falta de diferenciación de la diversidad de ácaros predadores entre los tres sistemas estudiados. Con nuestros resultados y aquellos reportados por Cruz et al. (2012a); Cruz et al. (2013); Saraiva (2013) se podría considerar a estas especies de predadores como promisorias para el desarrollo de programas de control biológico de ácaros-plaga en *J. curcas*.

Nuestros resultados de este segundo experimento ratifican que *P. latus* y *T. bastosi* presentan estacionalidad en su ataque a *J. curcas*. Se determinó que aún en la presencia de brotes tiernos en las plantas durante todo el año *P. latus* volvió a ser más abundante en el periodo lluvioso, mientras *T. bastosi* lo fue en el periodo seco. Siendo por tanto los factores climáticos determinantes en la estacionalidad de estos herbívoros-plaga (Ferreira 2006; Lopes 2009; Verona 2010; Rosado 2013) y no la permanente y abundante presencia de recurso alimentar que se esperaría sea adecuado para los herbívoros como lo sostiene Hopkins & Memmott (2003). Confirmamos que *P. latus* y *T. bastosi* presentan exigencias ecológicas diferentes (Gerson 1992; Bounfour & Tanigoshi 2001; Silva 2002; Morris 2003; Vieira et al. 2004; Ferreira 2006; Guedes et al. 2007; Pereira et al. 2007; Moraes & Flechtmann 2008; Lopes 2009; Verona 2010; Rosado 2013).

También en estas condiciones los fitoseidos *Amblydromalus* sp., *T. aripo*, *T. transvaalensis* fueron más abundantes durante la época seca y en la presencia de bajas poblaciones de herbívoros. Resultados que concuerdan con McMurtry & Croft (1997). No obstante la menor abundancia de los predadores con relación a los herbívoros, fue observado mayor abundancia de estos mismos fitoseidos en *J. curcas* irrigado comparado con aquel sin irrigación. La mayor disponibilidad de polen de *Z. mays* ofrecido en el sistema *J. curcas* + *Z. mays* sembrado en dos ciclos consecutivos, fue determinante en la mayor abundancia de los principales fitoseidos en este sistema. Demostrándose la importancia de sistemas consorciados en las poblaciones de enemigos naturales (Oliveira et al. 2007; Fiedler et al. 2008; Ferreira 2011; Tsitsilas et al. 2011). Es posible también que la mayor abundancia de los herbívoros principalmente *P. latus* durante la época lluviosa haya contribuido a la abundancia de estos fitoseidos que lograron su pico poblacional entre mayo y junio (Figura 5) al final de la época lluviosa e inicio de la época seca (Figura 2).

Este conocimiento de las épocas de mayor abundancia de ácaros herbívoros y predadores, complementado con un sistema adecuado de consorcio puede auxiliar el desarrollo de un programa sustentable de manejo de ácaros-plagas en *J. curcas*.

CONCLUSIONES

Polyphagotarsonemus latus y *T. bastosi* fueron las especies de ácaros herbívoros más abundantes en piñón irrigado y no irrigado. Presentan estacionalidad siendo *P. latus* más abundante en la época lluviosa y *T. bastosi* en la época seca.

Los fitoseidos *Amblydromalus* sp., *T. aripo*, *T. transvaalensis* fueron las especies predadores más abundantes en las dos condiciones.

El sistema de consorcio *J. curcas* con *Z. mays* favoreció la diversidad y abundancia de ácaros predadores por la incorporación de polen de *Z. mays* al sistema, asegurándoles su permanencia en campo durante periodos críticos como la defoliación de *J. curcas*.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri M.A., Silva N.E., Nicholls C.I. (2003) O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Preto R (ed) **Holos Ltda**, 226p
- Barber A., Campbell C, Crane H., Lilley R., Tregidge E. (2003) Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hosps by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Biocontrol Sci Technol** 13:275-284
- Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S. (2013) lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4
- Bellini M.R., Feres R.J.F., Buosi R. (2008) Ácaros (Acari) de seringueira *Hevea brasiliensis* Muell (Euphorbiaceae) e de euforbiáceas espontâneas no interior dos cultivos. **Neotrop Entomol** 37:463-471
- Bellini M.R., Moraes G.J., Feres R.J.F. (2005) Plantas de ocorrência espontânea como substratos alternativos para fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em cultivos de seringueira *Hevea brasiliensis* Muell (Euphorbiaceae). **Rev Bras Zool** 22: 35-42
- Bermúdez P., Vargas R., Cardenil A., López E. (2010) Effect of pollen from different plant species on development of *Typhlodromus pyri* Sheuten (Acari: Phytoseiidae). **Chilean J Agric Res** 70:408-416
- Bounfour M., Tanigoshi L.K. (2001) Effect of temperature on development and demographic parameters of *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (Acari: Tetranychidae). **Annu Entomol Soc Amer** 94:400-404
- Broufas G.D., Koveos D.S. (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finladicus* (Acari: Phytoseiidae). **Environ Entomol** 29:743-749

- Cakmak I., Janssen A., Sabelis M.W, Baspinar H. (2009) Biological control of an acarine pest by single and multiple natural enemies. **Biol Control** 50:60-65
- Chant D.A. (1985) Systematics and morphology. In: Helle W, Sabelis M (eds.) *World crop pests: spider mites, their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, pp 3-34
- Childers C.C., Denmark H.A. (2011) Phytodeiidae (Acari: Mesostigmata) within citrus orchards in Florida: species distribution, relative and seasonal abundance within trees, associated vines and ground cover plants. **Exp Appl Acarol** 54:331-371
- Crawley M. (2013) *The R book*. In 2nd ed. Wiley, Chichester 1051p
- Cruz W.P., Sarmiento R.A, Teodoro A.V., Erasmo E.A.L., Pedro-Neto M., Ignacio M., Ferreira Jr. D.F. (2012a) Acarofauna em cultivo de pinhão-mansão e plantas espontâneas associadas. **Pesqu Agropecu Bras** 47:319-327
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Pedro-Neto M., Ferreira Jr. D.F. Rodríguez D.M. (2012b) Análise faunística de ácaros fitoseídeo em pinhão-mansão e plantas espontâneas associadas. **Agroecossistemas** 4:17-32
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Teodoro A.V., Pedro-Neto M., Ignacio M. (2013) Driving factors of the communities of phytophagous and predatory mites in a physic nut plantation and spontaneous plants associated. **Exp Appl Acarol**. 60:509-519
- Daud R.D., Feres R.J.F. (2004) O valor de *Mabea fistulifera* Mart (Euphorbiaceae) planta nativa do Brasil como reservatório para o predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Rev Bras Zool** 21:453-458
- Demite P.R., Feres R.J.F. (2005) Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em serigal *Hevea brasiliensis* Muell. (Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotrop Entomol** 34:829-836
- Dias L.A.S., Leme L.P., Laviola B.G., Pallini A., Pereira O.L., Dias D.C., Carvalho M., Manfio C.E., Santos A.S., Sousa L.C.A., Oliveira T.S., Pretti L. (2007) Cultivo de Pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível. Viçosa, MG. v.1. 40p
- Durães F.O.M., Laviola B.G., Alves A.A. (2011) Potential and challenges in making physic nut *Jatropha curcas* L. a viable biofuel crop: the brazilian perspective. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources** 6:1-8
- Feres R.J.F., Vieira M., Daud R.D., Pereira Jr.E., Oliveira G., Dourado C. (2009) Ácaros (Arachnida: Acari) de plantas ornamentais na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil: Inventário e descrição dos sintomas causados pelos fitófagos. **Rev Bras Entomol** 53:466-474

- Ferla N.J., Marchetti M.M., Gonçalves D. (2007). Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango *Fragaria* sp. (Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Biota Neotrop** 7:1-8
- Ferreira R.C.F., Oliveira J.V., Haji F.N.P., Gondim Jr. M.G.C. (2006) Biologia, exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae) em videira *Vitis vinifera* L. cv. Itália. **Neotrop Entomol** 35:126-132
- Ferreira V.A. (2011) Desempenho de ácaros predadores sob diferentes fontes de alimento em pinhão manso. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa
- Fiedler A.K., Landis D.A., Wratten S.D. (2008) Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. **Biol Control** 45:254-271
- Gerson U. (1992) Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). **Exp Appl Acarol** 13:163-178
- Guedes J.V.C., Navia D., Lofego A.C., Dequech S.T.B. (2007) Ácaros associados à cultura da soja no Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotrop Entomol** 36:288-293
- Hopkins G.W., Memmott J. (2003) Seasonality of a tropical leaf-mining moth: leaf availability versus enemy-free space. **Ecol Entomol** 28:687-693
- Isaacs R., Tuell J., Fiedler A., Gardiner M., Landis D.A. (2009) Maximizing arthropod mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. **Front Ecol Environ** 7:196-203
- Kariuki C.W., Hanna R., Toko M. (2005) The impact of a predatory mite *Typhlodromalus aripo* De Leon (Acari: Phytoseiidae) on cassava green mite population and yield of cassava in the field. **African Crop Science Conference Proceedings** 7:1401-1405
- King A.J., He W., Cuevas J.A., Freudenberger M., Ramiaramanana D., Graham I.A. (2009) Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed. **Exp Botany** 60:2897-2905. Published by Oxford University Press
- Kreiter S., Tixier M.S., Croft B.A., Auger P., Barret D. (2002) Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. **Environ Entomol** 31:648-660
- Landis D.A., Wratten S.D., Gurr G.M. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. **Annu Rev Entomol** 45:175-201
- Laviola B.G., Dias L.A.S. (2008) Teor e Acumulo de Nutrientes em Folhas e Frutos de Pinhão-Manso. **Rev Bras Ciencia Solo** 32:1969-1975
- Lopes E.N. (2009) Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*). Dissertação, Universidade Federal de Viçosa

- Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L.K. (2003) The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. **Weed Res** 43:77-79
- Matos C.H.C. (2006) Mecanismos de defesa constitutiva em espécies de pimenta *Capsicum* e sua implicação no manejo do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). Tese, Universidade Federal de Viçosa
- Matos C.H.C., Pallini A., Chaves F.F., Galbiati C. (2004) Domácias do cafeeiro beneficiam o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Neotrop Entomol** 33:57-63
- McMurtry J.A., Croft B.A. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annu Rev Entomol** 42:291-321
- Montasser A.A., Marzouk A.S., Hanafy A.R.I., Hassan G.M. (2011) Seasonal fluctuation of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) and its predatory mites on some pepper cultivars in Egypt. **Int J Environ Sci Engineer** 2:9-20
- Moraes G.J. (2002) Controle biológico de ácaros fitófagos com predadores. In: Parra J, Botelho P, Corrêa-Ferreira B, Bento J (eds.) Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores São Paulo, p 225-237
- Moraes G.J., Flechtmann C.H.W (2008) Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Brasil
- Morris D.W. (2003) Toward and ecological synthesis: A case for habitat selection. **Oecologia** 136:1-13
- Oliveira H., Duarte V., Rezende D., Fadini M.A.M., Pallini A. (2007) Períodos de ausência de presas e estabilidade do controle biológico do ácaro-rajado. **Pesq Agropec Bras** 42:1207-1209
- Pedro-Neto M., Reis P.R., Zacarias M.S., Silva R.A. (2010) Influência do regime pluviométrico na distribuição de ácaros em cafeeiros conduzidos em sistemas orgânico e convencional. **Coffee Science** 5:67-74
- Peña J.E. (1992) Predator-prey interactions between *Typhlodromalus peregrinus* and *Polyphagotarsonemus latus*: Effects of alternative prey and other food resources. **Fla Entomol** 75:241-248
- Pereira E.J.G., Picanço M.C., Bacci L., Crespo A.L.B., Guedes R.N.C. (2007) Seasonal mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella*. **Bulletin Entomol Res** 97:421-432
- Petrova V., Cudare Z., Steinite I. (2000) Seasonal dynamics of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberries in Latvia. **Ekologija** (Bratislava) 19:207-210

- Pratt P.D., Rosetta R., Croft B.A. (2002) Plant-related factors influence the effectiveness of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae), a biological control agent of spider mites on landscape ornamental plants. **J Econ Entomol** 95:1135-1141
- R Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Rodrigues D.M. (2010) Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga em pinhão-manso *Jatropha curcas* L. no estado do Tocantins. Dissertação, Universidade Federal de Tocantins
- Rodríguez-Cruz F.A., Venzon M., Amaral D.S.S.L., Duarte M.V.A., (2011) Plantas espontâneas como refúgio do ácaro-branco e seus inimigos naturais em pimenta malagueta. **Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Fortaleza-CE. 6:5
- Rosado J.F. (2013) Amostragem e distribuição espaço-temporal de ácaros praga em pinhão manso. Tese, Universidade Federal de Viçosa
- Rubel F., Kottek M. (2010) Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. **Meteorol Z** 19:135-141
- Saraiva A.S. (2013) Efeito das técnicas de manejo de plantas daninhas sobre a acarofauna da cultura do pinhão manso *Jatropha curcas* L. Dissertação, Universidade Federal de Tocantins
- Sarmiento R.A., Rodrigues D.M., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Kikuchi W.T., Santos G.R., Pallini A. (2011) Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Exp Appl Acarol** 53:203-214
- Saturnino H.M., Pacheco D.D., Kakida J., Tominaga N., Gonçalves N.P. (2005) Cultura do pinhão manso *Jatropha Curcas* L. **Inf Agrop** 26:44-78
- Silva C.A.D. (2002) Biologia e exigências térmicas do ácaro vermelho. **Pesqu Agropecu Bras** 37:573-580
- Teodoro A., Klein A.M., Tschardt T. (2008) Environmentally mediated coffee pest densities in relation to agroforestry management, using hierarchical partitioning analyses. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 125:120-126
- Tsitsilas A., Hoffmann A.A., Weeks A.R., Umina P.A. (2011) Impact of groundcover manipulations within windbreaks on mite pests and their natural enemies. **Austral J Entomol** 50:37-47
- Venzon M., Lemos F., Sarmiento R.A., Rosado M.C., Pallini A. (2009) Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. **Pesqu Agropecu Bras** 44:1086-1091

- Venzon M., Rosado M.C., Molina-Rugama A.J., Duarte V.S., Dias R., Pallini A. (2008) Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). **Crop Protection** 27:869-872
- Verona R.L.C. (2010) Ácaros Associados á *Jatropha* spp. (Euphorbiaceae) no Brasil. Tese, Universidade Estadual Paulista
- Vieira M.R., Correa L.S., Castro T.M.M.G., Silva L.F.S., Monteverde M.S. (2004) Efeito do cultivo do mamoeiro *Carica papaya* L. em ambiente protegido sobre a ocorrência de ácaros fitófagos e mosca-branca **Rev Bras Frut** 26:441-445

Diversidad de la acarofauna asociada a sistemas de producción de piñón *Jatropha curcas* L.

Resumen: Los ácaros son el segundo grupo de artrópodos con mayor diversidad en el planeta. La vegetación asociada a un cultivo es en gran medida responsable de la acarofauna presente, al servir como reservorio de herbívoros o abrigo y alimento de predadores. El piñón *Jatropha curcas* L. se encuentra muy difundido en el norte de Brasil. Es cultivado en asocian con otras plantas. Los ácaros *Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus bastosi* son citadas como plagas clave. No obstante se reportan en esa región al menos 20 especies predadores de la familia Phytoseiidae. Esto indicaría la potencialidad del control biológico conservativo en este cultivo. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la riqueza de la acarofauna presente en varios sistemas de producción de *J. curcas*. Fueron conducidos dos experimentos de campo probando la asociación de *J. curcas* con cultivos, pastos y plantas espontáneas en las entrelineas con y sin irrigación en Gurupi-TO Brasil. Quincenalmente se colectaron hojas de *J. curcas* de los estratos apical, medio y basal. Los ácaros fueron contabilizados y montados en láminas en medio Hoyer. Los resultados se analizaron con el programa ANAFAU. *Polyphagotarsonemus latus* fue el único herbívoro superdominante en todos los sistemas de producción de *J. curcas* en las dos áreas experimentales. En tanto los fitoseidos *Typhlodromus transvaalensis*, *Amblydromalus* sp. y *Typhlodromalus aripo* fueron dominantes. Un buen número de especies predadores fueron comunes entre los dos tipos de vegetación. El sistema *J. curcas* asociado con *Zea mays* presentó mejores índices de diversidad y equitadad. Además de una mayor riqueza de especies. Esto demuestra la influencia del sistema en la acarofauna de *J. curcas*.

Palabras claves: Herbívoros, predadores, sistemas asociados, diversidad, abundancia.

Diversity of the acarofauna associated with production system of physic nut *Jatropha curcas* L.

Abstract: Mites are the second most diverse group of arthropods on the planet. The vegetation associated with a crop is responsible for the present acarofauna to serve as a reservoir for herbivores or as shelter and food for predators. The physic nut *Jatropha curcas* is widespread in northern Brazil. This species is cultivated in association with other plants. The phytophagous mites *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* are cited as key pests for this species. However, in this region are reported at least 20 species of predators of the phytoseiidae family. This fact may indicate the potential for conservative biological control for this crop. The objective of this study was to characterize the richness of acarofauna present in several production systems of physic nut. We conducted two field experiments testing the *J. curcas* association with other crops, grasses and non-crop plants on lines with and without irrigation in Gurupi (State of Tocantins, Brazil). Biweekly, *J. curcas* leaves of apical, middle and basal strata were collected. Mites were counted and mounted on slides with Hoyer medium. The results were analyzed with the software ANAFAU. *Polyphagotarsonemus latus* was the only herbivore overdominance in all production systems of *J. curcas* in both experimental areas. The phytoseiids *Typhlodromus transvaalensis*, *Amblydromalus* sp. and *Typhlodromalus aripo* were dominant. Several predator species were common between the two vegetation types. The *J. curcas* system associated with maize *Zea mays* showed a better index of diversity and evenness, besides the highest species richness. This fact demonstrates the influence of the system in the *J. curcas* acarofauna.

Keys-words: Herbivores, predators, associated systems, diversity, abundance.

INTRODUCCIÓN

Los ácaros son después de los insectos el segundo grupo de artrópodos con mayor diversidad en el planeta (Lofego & Moraes 2006). Aquellos de importancia agrícola son clasificados en herbívoros y predadores. Se destacan Eriophyoidea, Tetranychoida y Tarsonemidae por presentar especies herbívoros de importancia económica (Castro & Moraes 2007). Especies predadores se agrupan en las familias Phytoseiidae, Stigmaeidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Bdellidae y Tydeidae. Otros son micofagos, saprófagos, polinívoros e incluye Acaridae, Ascidae, Winterschmidtidae y Tydeidae (Gerson et al. 2003). Phytoseiidae son el principal grupo de ácaros empleados en el control biológico de ácaros-plaga en el mundo (McMurtry & Croft 1997; Moraes 2002; Pratt et al. 2002; Barber et al. 2003). Se conocen más de 2250 especies de esta familia (Chant & McMurtry 2007), 130 ya reportadas en Brasil (Moraes et al. 2004). Muchos son potenciales agentes de control biológico de especies herbívoros Tetranychidae, Tarsonemidae y Tenuipalpidae (Chant 1985) que afectan a cultivos como el piñón *Jatropha curcas* L.

Jatropha curcas L. (Euphorbiaceae) es una especie tropical nativa de América ecuatorial (Fairless 2007; Kumar & Sharma 2008) con potencial para la producción de biodiesel y bioquerosene (Durães et al. 2011) y de interés por su capacidad de desarrollar en “tierras marginales” (King et al. 2009; Mponela et al. 2010). Presenta problemas fitosanitarios destacándose por sus daños el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) y el ácaro rojo *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae) (Sarmento et al. 2011).

El cultivo de *J. curcas* se encuentra muy difundido en el norte de Brasil. Es una alternativa para aumentar las rentas, principalmente del pequeño productor que lo asocia con frejol caupi (*Vigna unguiculata* L.), maíz (*Zea mays* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), zapallo (*Cucurbita maxima* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.) y pastos (Dias et al. 2007; Rodrigues 2010; Ferreira 2011). Al menos 29 especies de ácaros predadores han sido reportadas en el estado de Tocantins-Brasil en *J. curcas* y plantas espontáneas asociadas. De estas 20 son fitoseidos, destacándose *Euseius concordis*, *Iphiseiodes zuluagai*, *Typhlodromalus aripo*, *Amblydromalus* sp. y *Typhlodromus transvaalensis* (Sarmento et al. 2011; Cruz et al. 2012a; Cruz et al. 2013; Saraiva 2013). En este contexto el control biológico conservativo es la mejor opción para el manejo de ácaros-plaga. Éste busca incrementar la sobrevivencia y desempeño de los enemigos naturales por medio del manejo

o modificación de ambiente (Landis et al. 2000). Sin embargo se conoce poco sobre la acarofauna de *J. curcas*, principalmente cuando es consorciado con otras plantas cultivadas.

Cultivos consorciados son eficientes al ofrecer refugio y alimento que favorecen la abundancia de enemigos naturales. Mantiene a predadores en campo en periodos críticos (Landis et al. 2000; Bellini et al. 2005) como la defoliación del piñón durante la estación seca (Saturnino et al. 2005). Plantas espontáneas productoras de polen también proveen alimento para ácaros predadores (Broufas & Koveos 2000; Marshall et al. 2003; Daud & Feres 2004), incrementando su eficacia (Bellini et al. 2005). Varias plantas espontáneas asociadas a *J. curcas* presentan potencial para la manutención de ácaros predadores, en tanto otras pueden hospedar herbívoros (Cruz et al. 2012a; Saraiva 2013).

El estudio de la estructura de la comunidad acarina del agroecosistema de *J. curcas* es de fundamental importancia para comprender las interacciones entre las diversas especies presentes en los sistemas de producción. Esta información sirve como subsidio para incorporar prácticas eficientes en el desarrollo de un sistema sustentable de producción (Feres et al. 2003; Daud et al. 2007; Demite & Feres 2005; Verona 2010). El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la riqueza de la acarofauna presente en varios sistemas de producción de *J. curcas* con y sin irrigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron conducidos entre agosto de 2012 y julio de 2013 dos experimentos de campo estudiando la acarofauna de *J. curcas* asociado con varias plantas con y sin irrigación en el Campus de la Universidad Federal de Tocantins, Gurupi-To, Brasil (11°43'45" S, 49°04'07" O y 278msnm) y (26 °C, 72.03% HR y 1184.20mm de precipitación). Esta región presenta clima de tipo Aw y definido como ecuatorial e invierno seco (Rubel & Kottek 2010). Dos estaciones al año, una lluviosa de noviembre a abril y una seca de mayo a octubre. En estas condiciones *J. curcas* se desfolia entre julio y septiembre.

Experimento 1. Acarofauna en seis sistemas de producción de *J. curcas* sin irrigación.

Este experimento fue conducido en una plantación de *J. curcas* de 18 meses de edad con distanciamiento de 5 x 2m y 1000 plantas/ha, conducido sin irrigación. Se estudiaron seis sistemas de producción: 1. *J. curcas* consorciado con pasto brachiaria (*Brachiaria brizanta*), 2. *J. curcas* con pasto massai (*Panicum maximum*), 3. *J. curcas* con frejol

canavalia (*Canavalia ensiformes*), 4. *J. curcas* limpio (testigo), 5. *J. curcas* con maíz (*Zea mays*) y frejol caupi (*Vigna unguiculata*) alternados, 6. *J. curcas* con vegetación espontánea en las entrelineas. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos (sistemas) y cuatro repeticiones. Parcelas de 24 plantas y 240 m² con un área experimental de 5760 m². No fue realizado ningún tratamiento fitosanitario en *J. curcas*. En los sistemas *J. curcas* con *P. maximum* y *B. brizanta* fueron rosados en dos ocasiones durante el periodo lluvioso. *Canavalia ensiformes* fue sembrado al inicio de las lluvias en noviembre e incorporado como abono verde al final del periodo lluvioso (abril). *Zea mays* fue sembrado en noviembre y mantenido hasta los 75 días (febrero). En su lugar se sembró *V. unguiculata*. En el sistema con plantas espontáneas se permitió su crecimiento en la entrelinea, manteniendo limpio la línea de siembra de *J. curcas*. Mientras el sistema *J. curcas* limpio se mantuvo libre de plantas espontáneas.

Las evaluaciones en *J. curcas* se iniciaron a partir de octubre del 2012 con la aparición de las primeras hojas y continuaron hasta julio del 2013. Quincenalmente se escogieron al azar cinco plantas de *J. curcas* del área útil de las parcelas. Cada planta fue estratificada en apical, media y basal (Rosado 2013; Saraiva 2013). En cada estrato se escogieron cinco brotes (uno por planta) y de cada brote se colectó la hoja 3 y 4 totalmente expandida (Lopes 2009). El levantamiento de la acarofauna en las plantas asociadas a cada sistema se realizó entre agosto de 2012 a julio de 2013. Se utilizó la metodología del cuadrado inventario (50 x 50cm) (Erasmus et al. 2004; Cruz et al. 2012a; Saraiva 2013). Se efectuó un lanzamiento del cuadrado por cada parcela, colectándose una muestra de hojas y colocadas en sacos plásticos. En el sistema *J. curcas* con plantas espontáneas se escogieron por su abundancia las especies *Cenchrus echinatus* y *Watheria indica*. Las muestras se conservaron en refrigeración a 10°C hasta su procesamiento. Para la recuperación de los ácaros se utilizó la técnica del lavado y colado utilizando un tamiz de 400 Mesh (0,037 mm) (Saraiva 2013). El residuo fue colectado en tubos de “eppendorf” conteniendo alcohol al 70%. Los ácaros fueron contabilizados y montados en láminas con medio Hoyer (Cruz et al. 2012b). La identificación fue realizada por el especialista del Laboratorio de Ecología de la Universidad Federal de Tocantins.

Experimento 2. Acarofauna en tres sistemas de producción de piñón *J. curcas* irrigado

Un segundo experimento fue conducido en una plantación de *J. curcas* de ocho meses de edad con distanciamiento de 2,5 x 2m y 2000 plantas/ha. Éste se condujo con irrigación con

la finalidad de evitar su defoliación. Se estudiaron tres sistemas de producción: 1. *J. curcas* consorciado con *Z. mays*, 2. *J. curcas* con vegetación espontánea en las entrelineas y 3. *J. curcas* limpio (testigo). Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos (sistemas) y tres repeticiones. Parcelas con treinta plantas y 150m². La superficie experimental fue de 1350m². No se realizó ningún tratamiento fitosanitario en las parcelas de *J. curcas*. En el sistema *J. curcas* consorciado con *Z. mays* se efectuaron dos ciclos consecutivos de *Z. mays* en noviembre y febrero. En las parcelas con plantas espontáneas se mantuvo limpio la línea de siembra y se permitió su crecimiento en la entrelinea. Se evaluó las especies más abundantes: *Hyptis suaveolens*, *C. echinatus*, *Sida rhombifolia*, *W. indica* (Cruz et al. 2012a). En *J. curcas* limpio se mantuvo siempre libre de plantas espontáneas. Debido a que *J. curcas* no se defolio las colectas de hojas de *J. curcas* en cada parcela se iniciaron a partir de agosto de 2012 hasta julio del 2013, siguiendo la metodología de descrita en el experimento 1.

Análisis faunístico

Fue realizado un análisis faunístico considerando todas las especies de las familias reportadas en los dos experimentos. Estos análisis consistían en el cálculo de los índices de diversidad, dominancia, abundancia e frecuencia de cada especie. Se considó todos los ácaros colectados y separadamente por fecha de colecta en plantas de *J. curcas* y cultivos asociados en cada sistema de producción. Los resultados fueron analizados con el programa ANAFAU, desarrollado por la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo (ESALQ/USP) (Lofego & Moraes 2006; Cruz et al. 2012b). Se obtuvo los índices de diversidad y equidad de las especies de ácaros presentes en *J. curcas* y plantas asociadas en las entrelineas.

La diversidad fue determinada por el índice Shannon-Weaner y la dominancia por el método de Kato, que considera la abundancia y frecuencia de las especies colectadas (Laroca & Mielke 1975 citado por Lofego & Moraes 2006). Las especies se clasificaron como súper dominante (SD), dominante (D) o no dominante (ND). La abundancia fue determinada por la suma total de los individuos de cada especie. Se empleó una medida de dispersión (Silveira Neto et al. 1976) a través del cálculo del desvío padrón y el intervalo de confianza (IC) de la media aritmética para 1 y 5% de probabilidad. Se establecieron las siguientes clases de abundancia: súper abundante (sa), muy abundante (ma), abundante (a), común (c), dispersa (d) o rara (r). La frecuencia fue determinada estableciéndose la clase de

frecuencia de acuerdo con cada intervalo de confianza de la media aritmética al 5% de probabilidad. Se determinaron las siguientes clases de frecuencia: súper frecuente (SF), muy frecuente (MF), frecuente (F) o poco frecuente (PF) (Lofego & Moraes 2006).

RESULTADOS

Experimento 1. Acarofauna en seis sistemas de producción de *J. curcas* sin irrigación.

En plantas de *J. curcas* fueron contabilizados 11599 ácaros de 39 especies agrupadas en doce familias. Tres agrupan especies herbívoros (Tarsonemidae, Tenuipalpidae y Tetranychidae). Siete familias predadores (Ascidae, Blattisociidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Iolinidae, Stigmaeidae y Phytoseiidae) y dos con hábito alimentario indefinido (Acaridae y Oribatidae). Phytoseiidae fue la familia con mayor riqueza (17 especies) y las más abundantes Tarsonemidae con 9270 ácaros, Tetranychidae 1821 y Phytoseiidae con 416. Ácaros herbívoros representaron 95,65% del total colectado en plantas de *J. curcas*. Se destacan por su abundancia *P. latus* y *T. bastosi* con 9270 y 1801 especímenes. Los predadores fueron el 4,14% del total. Sobresalieron los fitoseidos *Amblydromalus* sp. *T. aripo*, *T. transvaalensis*, *Typhlodromalus peregrinus* y *E. concordis*.

En plantas cultivadas en las entrelineas de *J. curcas* (*B. brizanta*, *P. maximum*, *C. ensiformes* y *Z. mays*, *V. unguiculata*) y plantas espontáneas (*C. echinatus* y *W. indica*) se colectaron 796 ácaros de 18 especies agrupadas en seis familias. Dos agrupan herbívoros (Tenuipalpidae, Tetranychidae), tres predadores (Ascidae, Blattisociidae y Phytoseiidae) y una de hábito indefinido (Oribatidae). La familia con mayor riqueza fue Tenuipalpidae con cinco especies. Tetranychidae y Tenuipalpidae fueron más abundantes con 601 y 132 ácaros, respectivamente. Los herbívoros representaron 92,09% del total de ácaros en plantas asociadas. Se diferencian por su abundancia *Mononychellus planki* y *Duplanychus* sp. (Acari: Tetranychidae), seguido de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). Los predadores representaron 2,26% de ácaros colectados en las entrelineas y la familia Phytoseiidae fue más abundancia. Sobresalieron *Proprioseiopsis cannaensis* y *T. aripo*.

Se colectaron 24 especímenes de ácaros de hábito alimentar indefinido en las plantas de *J. curcas* y 45 en las plantas de entrelineas agrupadas en cuatro morfo especies. Se destacó a familia Oribatidae por su abundancia en plantas en las entrelineas.

Un total de 42 especies de ácaros fueron identificadas entre los dos tipos de vegetación (plantas de *J. curcas* y plantas en las entrelineas). Ocho de 26 especies predadores fueron comunes en los dos tipos de vegetación.

Cuando realizamos el análisis faunístico en las plantas de *J. curcas* con los seis sistemas, se observó que *P. latus* fue la especie superdominante, superabundante y supefrecuente en todos ellos. Seguido de *T. bastosi* (Cuadro 1). El sistema *J. curcas* limpio presentó mayor dominancia de especies herbívoros (Cuadro 1). Los predadores *T. aripo* y *Amblydromalus* sp. fueron dominantes, muy abundantes y muy frecuentes en todos los sistemas (Cuadro 1). El consorcio *J. curcas* con *Z. mays* y *V. unguiculata* se destacó por presentar a los fitoseidos *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp., *T. aripo*, *E. concordis* y *T. peregrinus* como dominantes, muy abundantes y muy frecuentes (Cuadro 1). Ácaros de hábito indefinido no presentaron ninguna especie dominante.

En el análisis faunístico realizado a las plantas de entrelineas de *J. curcas*, observamos que *C. ensiformes* se diferenció por presentar a los herbívoros *M. planki*, *B. phoenicis* y *Duplanychus* sp. como superdominante, superabundante y supefrecuente. Seguido del pasto *P. maximum* donde se observó a *Oligonychus* sp., *Tenuipalpus* sp., *Duplanychus* sp. y Tenuipalpidae como dominantes (Cuadro 2). No hubo especies predadores dominantes en las plantas de entrelineas. Incluso las dos plantas espontáneas evaluadas no reportaron predadores (Cuadro 2). Tampoco especies de hábito alimentar indefinido fueron dominantes (Cuadro 2).

La diversidad de ácaros en plantas de *J. curcas* fue ligeramente superior en el sistema *J. curcas* consorciado con *Z. mays* y *V. unguiculata*, presentando además el mayor número de especies (Cuadro 3). En las plantas de entrelineas de *J. curcas* se observó que *P. maximum* y *B. brizanta* además de *Z. mays* y *V. unguiculata* alcanzaron los mayores índices de diversidad y equidad. No obstante *C. ensiformes* tuvo igual número de especies que *B. brizanta*, no compartió los valores de diversidad y equidad reportada por esta planta (Cuadro 3).

Cuadro 1. Número de ácaros adultos de hábito alimentario herbívoro, predador e indefinido, colectados en seis sistemas de producción de piñón *Jatropha curcas* sin irrigación, con sus niveles de dominancia, abundancia e frecuencia (agosto de 2012 a julio de 2013), Gurupí-To.

Especies	Sistema 1				Sistema 2				Sistema 3				Sistema 4				Sistema 5				Sistema 6			
	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴
Herbívoros																								
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	1748	SD	sa	SF	1430	SD	sa	SF	1400	SD	sa	SF	1743	SD	sa	SF	1821	SD	sa	SF	1128	SD	sa	SF
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	1	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tenuipalpus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tenuipalpidae</i>	1	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mononychellus planki</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	1	ND	r	PF	-	-	-	-
<i>Oligonychus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetranychus bastosi</i>	26	D	ma	MF	66	SD	sa	SF	7	D	ma	MF	1154	SD	sa	SF	346	SD	sa	SF	202	SD	sa	SF
<i>Tetranychus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	D	ma	MF	2	ND	d	PF	-	-	-	-
Predadores																								
<i>Asca germani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-	4	ND	c	F
<i>Asca</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	5	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lasioseius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	2	ND	c	F
<i>Aceodromus convolvuli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	ND	d	PF	1	ND	r	PF
<i>Aceodromus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF
<i>Cheletogenes ornatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-
<i>Cunaxidae</i>	-	-	-	-	1	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pronematus</i> sp.	6	D	c	F	3	ND	c	F	4	ND	c	F	6	D	c	F	4	ND	c	F	14	D	ma	MF
<i>Agistemus brasiliensis</i>	-	-	-	-	2	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF
<i>Zetzellia</i> sp.	-	-	-	-	1	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amblydromalus</i> sp.	14	D	ma	MF	9	D	ma	MF	13	SD	sa	SF	14	D	ma	MF	47	D	ma	MF	4	D	c	F
<i>Amblyseius neochiapensis</i>	3	ND	c	F	-	-	-	-	1	ND	r	PF	7	D	c	F	13	D	c	F	4	D	c	F
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	4	ND	c	F	12	D	c	F	-	-	-	-
<i>Amblyseius</i> sp.	-	-	-	-	1	ND	d	PF	-	-	-	-	2	ND	d	PF	2	ND	d	PF	1	ND	r	PF
<i>Euseius citrifolius</i>	-	-	-	-	2	ND	c	F	2	ND	c	F	1	ND	r	PF	4	ND	c	F	-	-	-	-
<i>Euseius concordis</i>	-	-	-	-	4	ND	c	F	1	ND	r	PF	6	D	c	F	22	D	ma	MF	1	ND	r	PF
<i>Galendromus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	ND	d	PF	2	ND	d	PF	5	D	c	F
<i>Neoseiulus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	1	ND	r	PF	-	-	-	-	1	ND	r	PF
<i>Paraphytoseius multidentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-
<i>Phytoseius guianensis</i>	-	-	-	-	1	ND	d	PF	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proprioseiopsis cannaensis</i>	2	ND	c	F	1	ND	d	PF	-	-	-	-	4	ND	c	F	3	ND	d	PF	10	D	ma	MF
<i>Proprioseiopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF
<i>Typhlodromalus aripo</i>	12	D	ma	MF	13	D	ma	MF	9	D	ma	MF	21	D	ma	MF	23	D	ma	MF	13	D	ma	MF
<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	6	D	c	F	4	ND	c	F	2	ND	c	F	5	ND	c	F	18	D	ma	MF	1	ND	r	PF
<i>Typhlodromalus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>	3	ND	c	F	2	ND	c	F	1	ND	r	PF	-	-	-	-	46	D	ma	MF	3	ND	c	F
Indefinidos																								
<i>Neotropacarus mumai</i>	1	ND	d	PF	1	ND	d	PF	2	ND	c	F	4	ND	c	F	1	ND	r	PF	3	ND	c	F
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	ND	c	F	1	ND	r	PF	4	ND	c	F
<i>Acaridae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	1	ND	r	PF	1	ND	r	PF
<i>Oribatidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-

Sistemas: 1. *Jatropha curcas* en consorcio con *Canavalia ensiformes*; 2. *J. curcas* con vegetación espontánea en las entrelineas; 3. *J. curcas* con *Panicum máximum*; 4. *J. curcas* limpio (testigo); 5. *J. curcas* con *Zea mays* y *Vigna unguiculata* alternados, 6. *J. curcas* con *Brachiaria brizanta*.

¹**Número de especímenes;** ²**Dominancia** (método 1. Laroca & Mielke): SD = súper dominante, D = dominante, ND = no dominante; ³**Abundancia:** sa = súper abundante, ma = muy abundante, a = abundante, c = común, d = dispersa, r = rara; ⁴**Frecuencia:** SF = súper frecuente, MF = muy frecuente, F = frecuente, PF = poco frecuente.

Cuadro 2. Número de ácaros adultos de habito alimentario herbívoro, predador e indefinido, colectados en plantas asociadas en las entrelineas de piñón *Jatropha curcas* sin irrigación, con sus niveles de dominancia, abundancia e frecuencia. (agosto 2012 a julio 2013), Gurupí-To.

Especies	Sistema 1				Sistema 2				Sistema 3				Sistema 4				Sistema 5				Sistema 6			
	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴
Herbívoros																								
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	90	SD	sa	SF	1	ND	ma	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	ND	ma	MF
<i>Brevipalpus obovatus</i>	4	ND	a	MF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brevipalpus</i> sp.	1	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tenuipalpus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	D	ma	MF	-	-	-	-	1	ND	c	F
<i>Tenuipalpidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	D	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Duplanychus</i> sp.	28	SD	sa	SF	152	D	ma	MF	15	D	c	F	16	D	a	MF	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mononychellus planki</i>	277	SD	sa	SF	70	D	ma	F	-	-	-	-	1	ND	r	PF	1	ND	c	F	-	-	-	-
<i>Oligonychus</i> sp.	5	ND	ma	MF	1	ND	ma	F	-	-	-	-	22	D	ma	MF	-	-	-	-	7	SD	sa	SF
<i>Tetranychus</i> sp.	-	-	-	-	3	ND	ma	F	-	-	-	-	3	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-
Predadores																								
<i>Asca germani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	c	F
<i>Lasioseius</i> sp	1	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-	1	ND	c	F
<i>Aceodromus convolvuli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	ND	r	PF	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aceodromus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	c	F
<i>Neoseiulus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	c	F
<i>Proprioseiopsis cannaensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	ND	d	PF	-	-	-	-	1	ND	c	F
<i>Typhlodromalus aripo</i>	1	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	ND	c	F	-	-	-	-
<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	ND	c	F	-	-	-	-
Indefinidos																								
Oribatidae	1	ND	c	F	-	-	-	-	5	ND	c	F	12	D	c	F	-	-	-	-	27	SD	sa	SF

Sistemas: 1. *Jatropha curcas* en consorcio con *Canavalia ensiformes*; 2. *J. curcas* con vegetación espontánea en las entrelineas; 3. *J. curcas* con *Panicum máximum*; 4. *J. curcas* limpio (testigo); 5. *J. curcas* con *Zea mays* y *Vigna unguiculata* alternados, 6. *J. curcas* con *Brachiaria brizanta*.

¹**Número de especímenes;** ²**Dominancia** (método 1. Laroca & Mielke): SD = súper dominante, D = dominante, ND = no dominante; ³**Abundancia:** sa = súper abundante, ma = muy abundante, a = abundante, c = común, d = dispersa, r = rara; ⁴**Frecuencia:** SF = súper frecuente, MF = muy frecuente, F = frecuente, PF = poco frecuente.

Cuadro 3. Número de especies, índices de Shannon-Weaner para diversidad y equidad de los ácaros encontrados en *Jatropha curcas* y plantas en las entrelineas de seis sistemas de producción de *J. curcas* sin irrigación (agosto de 2012 a julio de 2013), Gurupí-To.

Sistema	Nº de especies	Diversidad (H)	Varianza	Intervalo de confianza (IC)		Equidad (E)
				Mín.	Max.	
<i>J. curcas</i> + <i>C. ensiformes</i>	14	0,2590	0,0006	0,2578	0,2601	0,0981
<i>J. curcas</i> + plantas espontáneas	16	0,3721	0,0008	0,3707	0,3736	0,1342
<i>J. curcas</i> + <i>P. maximum</i>	17	0,2505	0,0008	0,2490	0,2520	0,0884
<i>J. curcas</i> limpio	23	0,8833	0,0003	0,8827	0,8840	0,2818
<i>J. curcas</i> + <i>Z. mays</i> y <i>V. unguiculata</i>	24	0,8988	0,0008	0,8976	0,8999	0,2828
<i>J. curcas</i> + <i>B. brizanta</i>	22	0,7484	0,0012	0,7466	0,7503	0,2421
Plantas en las entrelineas						
<i>Canavalia ensiformes</i>	9	0,9384	0,0025	0,9334	0,9433	0,4271
<i>Waltheria indica</i>	5	0,7363	0,0022	0,7301	0,7425	0,4575
<i>Cenchrus echinatus</i>	2	0,5623	0,0113	0,5148	0,6099	0,8113
<i>Panicum máximum</i>	10	1,9099	0,0051	1,8950	1,9247	0,8294
<i>Z.mays</i> y <i>V.unguiculata</i>	3	1,0114	0,0258	0,8803	1,1425	0,9206
<i>Brachiaria brizanta</i>	9	1,2616	0,0359	1,2031	1,3200	0,5742

Experimento 2. Acarofauna en tres sistemas de producción de piñón *J. curcas* irrigado

En este segundo experimento se colectaron en plantas de *J. curcas* 16799 ácaros de 30 especies agrupadas en 9 familias. Tres agrupan herbívoros (Tarsonemidae, Tenuipalpidae, Tetranychidae), cuatro predadores (Ascidae, Blattisociidae, Iolinidae, Phytoseiidae) y dos de habito indefinido (Acaridae y Tydeidae). Phytoseiidae fue la familia con mayor riqueza con 16 especies. La familias más abundantes fueron Tarsonemidae con 15955 ácaros, Phytoseiidae 508 y Tetranychidae 306 ácaros. Ácaros herbívoros representaron 96,85% del total colectado en *J. curcas*, siendo más abundancia *P. latus* con 15955 ácaros, seguido de *T. bastosi* con 303. Los predadores fueron el 3.06% del total colectado, siendo más abundantes los fitoseidos *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp. *T. aripo*, *A. neochiapensis*, *T. peregrinus*, *E. concordis* y *P. cannaensis*.

En las plantas espontáneas de entrelineas (*H.suaveolens*, *C. echinatus*, *S. rhombifolia*, *W. indica*) se colectaron 255 ácaros. 18 especies agrupadas en 12 familias. Tres incluyen herbívoros (Tarsonemidae, Tenuipalpidae, Tetranychidae), seis predadores (Ascidae, Blattisociidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Erythraeidae, Phytoseiidae) y dos de habito indefinido (Acaridae, Oribatidae). La familia con mayor riqueza fue Phytoseiidae con cinco especies. Tetranychidae fue más abundante con 185 ácaros seguido de Phytoseiidae con 29. Herbívoros fueron el 73,73% de ácaros colectados, siendo más abundantes *Tetranychus* sp. y *M. planki* con 103 y 72 ácaros, respectivamente. Los predadores fueron el 13,72% de ácaros colectados. Se destacaron *T. aripo* y *P. cannaensis*.

Se colectaron 16 especímenes de ácaros de hábito alimentar indefinido en las plantas de *J. curcas* y 18 en las plantas espontáneas. En total cinco morfo especies, sobresaliendo *Neotropacarum mumai* por su abundancia en *J. curcas* y plantas espontáneas. Un total de 35 especies de ácaros fueron identificadas en los dos tipos de vegetación (*J. curcas* y plantas espontáneas en las entrelineas). Siete de las 23 especies predadoras fueron comunes en los dos tipos de vegetación.

En el análisis faunístico realizado en las plantas de *J. curcas*, se observó que *P. latus* fue la especie superdominante, superabundante y supefrecuente en los tres sistemas de producción, seguido de *T. bastosi* (Cuadro 4). El sistema *J. curcas* limpio presentó mayor dominancia de especies herbívoros (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de ácaros adultos de hábito alimentario herbívoro, predador e indefinido, colectados en tres sistemas de producción de piñón *Jatropha curcas* irrigado, con sus niveles de dominancia, abundancia e frecuencia (agosto de 2012 a julio de 2013), Gurupí-To.

Especie	Sistemas											
	<i>J. curcas</i> + Z, mays				<i>J. curcas</i> + plantas espontáneas				<i>J. curcas</i> limpio			
	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴
Herbívoros												
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	5042	SD	sa	SF	3289	SD	sa	SF	7624	SD	sa	SF
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	2	ND	d	PF	-	-	-	-	5	ND	c	F
<i>Brevipalpus</i> sp.	1	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mononychellus planki</i>	-	-	-	-	1	ND	r	PF	1	ND	d	PF
<i>Oligonychus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	d	PF
<i>Tetranychus bastosi</i>	19	D	ma	MF	259	SD	sa	SF	25	D	ma	MF
Predadores												
<i>Asca</i> sp.	1	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-
Ascidae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	d	PF
<i>Aceodromus convolvuli</i>	1	ND	d	PF	1	ND	r	PF	-	-	-	-
<i>Pronematus</i> sp.	-	-	-	-	1	ND	r	PF	1	ND	d	PF
<i>Amblydromalus</i> sp.	68	D	ma	MF	20	D	ma	MF	30	D	ma	MF
<i>Amblyseius compositus</i>	-	-	-	-	2	ND	d	PF	-	-	-	-
<i>Amblyseius neochiapensis</i>	10	D	c	F	20	D	ma	MF	3	ND	c	F
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	5	ND	c	F	1	ND	r	PF	1	ND	d	PF
<i>Amblyseius</i> sp.	4	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euseius citrifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	d	PF
<i>Euseius concordis</i>	8	D	c	F	8	D	c	F	3	ND	c	F
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	5	ND	c	F	3	ND	c	F	-	-	-	-
<i>Neoseiulus</i> sp.	-	-	-	-	2	ND	d	PF	-	-	-	-
<i>Proprioseiopsis cannaensis</i>	14	D	c	F	3	ND	c	F	2	ND	d	PF
<i>Proprioseiopsis</i> sp.	1	ND	d	PF	1	ND	r	PF	-	-	-	-
<i>Ricoseius loxochelae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	d	PF
<i>Typhlodromalus aripo</i>	63	D	ma	MF	22	D	ma	MF	28	D	ma	MF
<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	18	D	c	F	2	ND	d	PF	6	D	c	F
<i>Typhlodromips mangleae</i>	1	ND	d	PF	-	-	-	-	1	ND	d	PF
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>	130	SD	sa	SF	6	D	c	F	15	D	ma	MF
Indefinidos												
<i>Neotropacarum mumai</i>	7	D	c	F	3	ND	c	F	1	ND	d	PF
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	1	ND	d	PF	2	ND	d	PF	-	-	-	-
Acaridae	-	-	-	-	1	ND	r	PF	-	-	-	-
<i>Lorryia</i> sp.	1	ND	d	PF	-	-	-	-	-	-	-	-

¹Número de especímenes; ²Dominancia (método 1. Laroca & Mielke): SD = súper dominante, D = dominante, ND = no dominante; ³Abundancia: sa = súper abundante, ma = muy abundante, a = abundante, c = común, d = dispersa, r = rara; ⁴Frecuencia: SF = súper frecuente, MF = muy frecuente, F = frecuente, PF = poco frecuente.

De las especies predadoras *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp. y *T. aripo* fueron dominantes, muy abundantes y muy frecuentes en los tres sistemas. El sistema *J. curcas* asociando con *Z. mays* se destacó por presentar a las especies *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp., *T. aripo*, *T. peregrinus*, *P. cannaensis*, *A. neochiapensis* y *E. concordis* como dominante, seguido del sistema *J. curcas* con plantas espontáneas en las entrelineas (Cuadro 4). *Neotropacarus mumai* fue la única especie de hábito alimentario indefinido dominante en el sistema *J. curcas* + *Z. mays* (Cuadro 4).

Cuando realizamos el análisis faunístico de las plantas espontáneas en las entrelineas de *J. curcas*, *W. indica* presentó mayor número de especies herbívoros, que incluyeron la presencia de *P. latus*. Sobresalieron en esta planta *M. planki* por ser superdominante, superabundante y superfrecuente, seguido de *Oligonychus* sp.. De los predadoras solo *T. aripo* se diferenció por ser dominante, muy abundante y muy frecuente en *W. indica*. La única especie de hábito alimentar indefinido que se mostró como dominante fue *N. mumai* en la planta espontánea *C. echinatus* (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de ácaros adultos de habito alimentario herbívoro, predador e indefinido, colectados en plantas espontáneas asociadas en las entrelineas de piñón *Jatropha curcas* irrigado, con sus niveles de dominancia, abundancia e frecuencia. (agosto 2012 a julio 2013), Gurupí-To.

Especies	Plantas espontáneas															
	<i>Hyptis suaveolens</i>				<i>Cenchrus echinatus</i>				<i>Sida rhombifolia</i>				<i>Waltheria indica</i>			
	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴	N ¹	D ²	A ³	F ⁴
Herbívoros																
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	ND	c	F
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mononychellus planki</i>	14	D	ma	MF	-	-	-	-	21	SD	sa	SF	29	SD	sa	SF
<i>Oligonychus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	ND	c	F	8	D	a	MF
<i>Tetranychus</i> sp.	5	ND	c	F	15	D	ma	MF	59	SD	sa	SF	3	ND	c	F
Predadores																
<i>Asca</i> sp.	1	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aceodromus convolvuli</i>	-	-	-	-	2	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheyletidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cunaxidae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	c	F	-	-	-	-
Erythraeidae	1	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amblyseius neochiapensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	ND	c	F	-	-	-	-
<i>Amblyseius</i> sp.	-	-	-	-	1	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neoseiulus</i> sp.	-	-	-	-	1	ND	c	F	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proprioseiopsis cannaensis</i>	1	ND	c	F	-	-	-	-	1	ND	c	F	3	ND	c	F
<i>Typhlodromalus aripo</i>	3	ND	c	F	-	-	-	-	4	ND	ma	MF	10	D	ma	MF
Indefinidos																
<i>Neotropacarus mumai</i>	-	-	-	-	13	D	ma	MF	-	-	-	-	1	ND	d	PF
Oribatidae	-	-	-	-	3	ND	c	F	1	ND	c	F	-	-	-	-

¹Número de especímenes; ²Dominancia (método 1. Laroca & Mielke): SD = súper dominante, D = dominante, ND = no dominante; ³Abundancia: sa = súper abundante, ma = muy abundante, a = abundante, c = común, d = dispersa, r = rara; ⁴Frecuencia: SF = súper frecuente, MF = muy frecuente, F = frecuente, PF = poco frecuente.

Los sistemas *J. curcas* + plantas espontáneas seguido de *J. curcas* + *Z. mays* tuvieron mejores índices diversidad y equidad. Presentaron además el mayor número de

especies (Cuadro 6). Con relación a las plantas espontáneas en las entrelineas de *J. curcas* se observó que *W. indica* y *C. echinatus* fueron las que presentaron mejores índices de diversidad y equidad (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de especies, índices de Shannon-Weaner para diversidad y equidad de los ácaros encontrados en *Jatropha curcas* y plantas espontáneas en las entrelineas de tres sistemas de producción de *J. curcas* sin irrigación (agosto de 2012 a julio de 2013), Gurupí-To.

Sistema	Nº de especies	Diversidad (H)	Varianza	Intervalo de confianza (IC)		Equidad (E)
				Mín.	Max.	
<i>J. curcas</i> + <i>Z. mays</i>	21	0,3776	0,0003	0,3772	0,3780	0,1240
<i>J. curcas</i> + plantas espontaneas	20	0,4404	0,4398	0,4410	0,1470	0,1470
<i>J. curcas</i> limpio	19	0,1174	0,0001	0,1172	0,1176	0,0399
Plantas espontáneas						
<i>Hyptis suaveolens</i>	6	1,2873	0,0333	1,2143	1,3603	0,7184
<i>Cenchrus echinatus</i>	6	1,3083	0,0191	1,2616	1,3550	0,7302
<i>Sida rhombifolia</i>	8	1,0394	0,0132	1,0152	1,0635	0,4998
<i>Waltheria indica</i>	7	1,4309	0,0152	1,3979	1,4638	0,7353

DISCUSIÓN

Jatropha curcas sin irrigación

La vegetación asociada a un cultivo es en gran medida responsable de la acarofauna presente en un sistema, al servir como reservorio de herbívoros o abrigo y alimento de predadores (Altieri et al. 2003; Bellini et al. 2005; Childers & Denmark 2011). La gran riqueza y abundancia de ácaros identificados en plantas de *J. curcas* sin irrigación se vio favorecido por la vegetación presente en los sistemas estudiados. Ácaros herbívoros Tarsonemidae, Tetranychidae y Tenuipalpidae fueron más abundantes en *J. curcas* y plantas en las entrelineas. Estas familias son citadas como los principales problemas fitosanitarios de *J. curcas* (Sarmiento et al. 2011; Cruz et al. 2013). La mayor abundancia *P. latus* y *T. bastosi* ratifican a estas especies como plagas claves en este cultivo.

La ausencia de *P. latus* en las plantas cultivadas (*B. brizanta*, *P. maximum*, *C. ensiformes* y *Z. mays*, *V. unguiculata*) y plantas espontáneas (*C. echinatus* y *W. indica*) en las entrelineas de *J. curcas* sugieren que éstas no serían reservorios de este herbívoro. Los herbívoros *M. planki* y *B. phoenicis* fueron abundantes en *C. ensiformes*. Cruz et al. (2012a; 2012b); Saraiva (2013) citan a estos herbívoros como de mayor abundancia en plantas espontáneas asociadas a *J. curcas*. Sugiriendo que estos ácaros herbívoros pudieran migrar al cultivo objetivo (*J. curcas*) y potencialmente convertirse en plagas. Se cita el caso de *B. phoenicis* como plaga en cítricos y *Coffea* sp. (Feres et al. 2009; Pedro-Neto et al. 2010).

La asociación de *J. curcas* con plantas en las entrelineas también favoreció la mayor riqueza de especies de la Familia Phytoseiidae reportadas en plantas de *J. curcas*. Al respecto según Broufas & Koveos (2000); Kreiter et al. (2002); Pratt et al. (2002) la composición de plantas en un sistema influencia la diversidad de especies fitoseidos y la forma como interactúen determinará el nivel de control de los ácaros-plaga (Cakmak et al. 2009). La familia Phytoseiidae representa el principal grupo de agentes de control biológico de ácaros-plaga en el mundo (McMurtry & Croft 1997; Moraes 2002; Barber et al. 2003). Adicionalmente observamos que un importante número de especies de ácaros predadores son comunes en los dos tipos de vegetación (*J. curcas* y plantas en las entrelíneas), resultados similares a Cruz et al. (2012b). Lo que supone una contribución de la vegetación de entrelinea a la manutención de predadores que le ofrece refugio y alimento, facilitando el desplazamiento al cultivo principal (Broufas & Koveos 2000; Marshall et al. 2003; Daud & Feres 2004; Moraes & Flechtmann 2008).

Ninguno de estos seis sistemas de producción de *J. curcas* evito el incremento poblacional de *P. latus*, que fue el único herbívoro superdominante, superabundante y superfrecuente en los seis sistemas (Cuadro 1). No obstante estos sistemas también resultaron favorables para los fitoseidos *T. aripo* y *Amblydromalus* sp. que fueron dominantes, muy abundantes y muy frecuentes (Cuadro 1), resultados coincidentes con Cruz et al. (2012b). Es posible que la abundancia de presa de *P. latus* en todos los sistemas, haya favorecido la abundancia de estos fitoseidos. Sin embargo no alcanzó para controlar las altas poblaciones de *P. latus*. Peña (1992) reportó resultados muy similares con el fitoseido *T. peregrinus* quien fue capaz de reducir la densidad de *P. latus* en lima (*Citrus* sp.), sin embargo por ser generalista su habilidad de preda a este ácaro se vio reducida.

En todo caso fue el sistema *J. curcas* asociado con *Z. mays* y *V. unguiculata* el que presentó mayor número de especies fitoseidos dominantes, muy abundantes y muy frecuentes (Cuadro 1), favorecidos por el polen de *Z. mays* presente en el sistema y que ofreció un alimento complementario para el desarrollo de estos predadores. Esto se complementa con el hecho que plantas de caupi en este sistema presentaron el menor número de especies herbívoros (Cuadro 1). Ferreira (2011) determinó lo adecuado de este polen para *I. zuluagai* y *E. concordis* ambos predadores de *P. latus* y *T. bastosi* asociados a *J. curcas*. Nuestros resultados ratifican lo apropiado del sistema para contribuir a un manejo sostenible de ácaros-plaga en *J. curcas*.

La falta de dominancia de especies predadores en las plantas asociadas a *J. curcas* pudo deberse a su baja abundancia (Cuadro 2). Esto a su vez es explicado por las bajas poblaciones de ácaros presas en estas plantas. En consecuencia los predadores migran al cultivo principal en busca de presa, polen, exudados, hongos (McMurtry & Croft 1997). Si bien es cierto las plantas espontáneas *C. echinatus* y *W. indica* presentaron especies dominantes de herbívoros, no reportaron especies predadores (Cuadro 2). Es posible que estas hayan migrado a *J. curcas* donde se constató una riqueza de especies. Pudiendo ser las plantas espontáneas utilizadas por los predadores como local temporal de refugio o alimentación. Estos resultados contradicen a Saraiva (2013) quien sostiene que en *J. curcas* sin manejo de plantas espontaneas se presentaron baja diversidad de especies de ácaros predadores en este cultivo, sugiriendo que estos se encontraban en las plantas espontáneas.

La dominancia de pocas especies como *P. latus* y *T. bastosi* en *J. curcas* con relación a las plantas asociadas en las entrelineas contribuyó a los bajos índices de diversidad y equidad en *J. curcas* (Cuadro 3). Esto permite entender que la composición de una población está definida por la prevalencia de unas pocas especies dominantes. Se espera que en sistemas más próximos al equilibrio ecológico estos índices sean superiores. Observamos que el índice de diversidad en el sistema *J. curcas* consorciado con *Z. mays* y *V. unguiculata* es ligeramente superior a los otros sistemas. Además de presentar mayor riqueza de especies predadores. Esta sugiere que este consorcio podría ser lo más adecuado en la búsqueda de un sistema sustentable de manejo de ácaros-plaga en *J. curcas*.

***Jatropha curcas* irrigado**

La irrigación de las plantas de *J. curcas* durante el periodo seco evitó su defoliación. Esto ofreció abundante recurso alimentar para la comunidad acarina. Nosotros observamos una mayor abundancia de herbívoros en esta área experimental irrigada, favorecida posiblemente por la disponibilidad de alimento (Hopkins & Memmott 2003). Bajo estas condiciones nuevamente ácaros herbívoros de las familias Tarsonemidae, Tetranychidae y Tenuipalpidae fueron más abundantes en *J. curcas* y plantas espontáneas. Destacaron *P. latus* seguido de *T. bastosi* como plagas claves de este cultivo (Sarmiento et al. 2011).

La presencia de *P. latus* reportada en la planta espontánea *W. indica* indicaría que es una planta reservorio de este ácaro. No obstante también esta planta espontánea presentó una riqueza de especies fitoseidos. Esto es concordante con Cruz et al. (2012a); Saraiva

(2013) quienes mencionan que algunas plantas espontáneas asociadas a *J. curcas* son reservorios de ácaros herbívoros, en cuanto otras sirven de refugio y fornecen de alimento a predadores. Fue observado una similitud de la riqueza y abundancia de especies de la familia Phytoseiidae en las dos áreas experimentales (irrigado y no irrigado) coincidiendo por su mayor abundancia *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp. y *T. aripo*. Adicionalmente debe considerarse que un buen número de especies predadoras son comunes entre los dos tipos de vegetación (*J. curcas* y plantas espontáneas en las entrelíneas).

No obstante que *P. latus* en *J. curcas* irrigado volvió a ser el único herbívoro superdominante, superabundante y superfrecuente en los tres sistemas de producción, también los fitoseidos *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp. y *T. aripo* fueron dominantes en estos sistemas (Cuadro 4). Esto sugiere una adaptabilidad de estos predadores a diversos ambientes que les asegura su permanencia en campo (Broufas & Koveos 2000; Landis et al. 2000; Marshall et al. 2003). Es posible que estos fitoseidos hayan sido favorecidos por la disponibilidad de presas de *P. latus* muy abundante en los tres sistemas de producción. Éstos reducen su densidad pero sin alcanzar el control de este ácaro plaga como lo explica Peña (1992). Sin embargo parece que la mayor disponibilidad de polen de *Z. mays* ofrecido en el sistema *J. curcas* + *Z. mays* sembrado en dos ciclos, si contribuyó al desarrollo de un mayor número de especies fitoseidos dominantes (Cuadro 4).

La dominancia de *T. aripo* en la planta espontánea *W. indica* es posible haya sucedido por la mayor presencia de especies herbívoros en esta planta. Nuestros resultados sugieren que estas plantas espontáneas no son utilizadas como refugio ni fuente de alimentación de predadores asociados a herbívoros en *J. curcas*, que sería ratificado por los resultados del experimento sin irrigación donde las especies *C. echinatus* y *W. indica* no reportaron especie de ácaros predadores. En el caso de *W. indica* fue reportamos como reservorio de *P. latus*.

Nuevamente la dominancia de pocas especies como *P. latus* y *T. bastosi* presentes en *J. curcas* con relación a las plantas espontaneas de entrelíneas contribuyó para los bajos índices de diversidad y equidad en *J. curcas*. Nosotros observamos que los índices de diversidad y equidad alcanzados por los sistemas *J. curcas* con plantas espontáneas y *J. curcas* consorciado con *Z. mays* fueron superiores a *J. curcas* limpio. Esto probaría la influencia del sistema en la acarofauna de este cultivo.

CONCLUSIONES

Polyphagotarsonemus latus fue la especie de herbívoro superdominante, superabundante y superfrecuente en todos los sistemas de producción de *J. curcas* en las dos áreas experimentales.

Los fitoseidos *T. transvaalensis*, *Amblydromalus* sp. y *T. aripo* fueron dominantes, muy abundantes y muy frecuentes en todos los sistemas de producción de *J. curcas*.

Varias especies de ácaros predadores son comunes en los dos tipos de vegetación (*J. curcas* y plantas en las entrelíneas).

Los mayores índices de diversidad y equidad en el sistema consorciado de *J. curcas* con *Z. mays* sugieren la influencia del sistema en la acarofauna de este cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri M.A., Silva N.E., Nicholls C.I. (2003) O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Preto R (ed) **Holos Ltda**, 226p
- Barber A., Campbell C, Crane H., Lilley R., Tregidge E. (2003) Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hosts by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Biocontrol Sci Technol** 13:275-284
- Bellini M.R., Moraes G.J., Feres R.J.F. (2005) Plantas de ocorrência espontânea como substratos alternativos para fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em cultivos de seringueira *Hevea brasiliensis* Muell (Euphorbiaceae). **Rev Bras Zool** 22: 35-42
- Broufas G.D., Koveos D.S. (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finladicus* (Acari: Phytoseiidae). **Environ Entomol** 29:743-749
- Cakmak I., Janssen A., Sabelis M.W, Baspinar H. (2009) Biological control of an acarine pest by single and multiple natural enemies. **Biol Control** 50:60-65
- Castro T.M.M.G., Moraes G.J. (2007) Mite diversity on plants of different families found in the Brazilian Atlantic Forest. **Neotrop Entomol** 36:774-782
- Chant D.A. (1985) Systematics and morphology. In: Helle W, Sabelis M (eds.) *World crop pests: spider mites, their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, pp 3-34
- Chant D.A., McMurtry J.A. (2007) Illustrated keys and diagnosis for the gener and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). Indira Publishing House, 220p

- Childers C.C., Denmark H.A. (2011) Phytodeiidae (Acari: Mesostigmata) within citrus orchards in Florida: species distribution, relative and seasonal abundance within trees, associated vines and ground cover plants. **Exp Appl Acarol** 54:331-371
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Teodoro A.V., Erasmo E.A.L., Pedro-Neto M., Ignacio M., Ferreira Jr. D.F. (2012a) Acarofauna em cultivo de pinhão-mansô e plantas espontâneas associadas. **Pesqu Agropecu Bras** 47:319-327
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Pedro-Neto M., Ferreira Jr. D.F. Rodríguez D.M. (2012b) Análise faunística de ácaros fitoseídeo em pinhão-mansô e plantas espontâneas associadas. **Agroecossistemas** 4:17-32
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Teodoro A.V., Pedro-Neto M., Ignacio M. (2013) Driving factors of the communities of phytophagous and predatory mites in a physic nut plantation and spontaneous plants associated. **Exp Appl Acarol**. 60:509-519
- Daud R.D., Feres R.J.F. (2004) O valor de *Mabea fistulifera* Mart (Euphorbiaceae) planta nativa do Brasil como reservatório para o predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Rev Bras Zool** 21:453-458
- Daud R.D., Feres R.J.F. (2007) Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari: Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no Sul do Estado de Mato Grosso. **Rev Bras Entomol** 51(3)
- Demite P.R., Feres R.J.F. (2005) Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em serigal *Hevea brasiliensis* Muell. (Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotrop Entomol** 34:829-836
- Dias L.A.S., Leme L.P., Laviola B.G., Pallini A., Pereira O.L., Dias D.C., Carvalho M., Manfio C.E., Santos A.S., Sousa L.C.A., Oliveira T.S., Pretti L. (2007) Cultivo de Pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível. Viçosa, MG. v.1. 40p
- Durães F.O.M., Laviola B.G., Alves A.A. (2011) Potential and challenges in making physic nut *Jatropha curcas* L. a viable biofuel crop: the brazilian perspective. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources** 6:1-8
- Erasmo E.A.L., Pinheiro L.L.A., Costa N.V. (2004) Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes e áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha** 22:195-201
- Fairless D. (2007) Biofuel: the little shrub that could: maybe. **Nature** 499:652-655
- Feres R.J.F., Bellini M.R., Rossa-Feres D.C. (2003) Ocorrência e diversidade de ácaros (Acari: Arachnida) associados a *Tabebuia roseo-alba* Ridl. Sand (Bignoniaceae) no município de São José do Rio Preto, SP-Brasil. **Rev Bras Zoo** 20:373-378

- Feres R.J.F., Vieira M., Daud R.D., Pereira Jr.E., Oliveira G., Dourado C. (2009) Ácaros (Arachnida: Acari) de plantas ornamentais na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil: Inventário e descrição dos sintomas causados pelos fitófagos. **Rev Bras Entomol** 53:466-474
- Ferreira V.A. (2011) Desempenho de ácaros predadores sob diferentes fontes de alimento em pinhão manso. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa
- Gerson U., Smiley R.L., Ochoa R. (2003) Mites (Acari) for pest control. **Blackwell Science**, Oxford
- Hopkins G.W., Memmott J. (2003) Seasonality of a tropical leaf-mining moth: leaf availability versus enemy-free space. **Ecol Entomol** 28:687-693
- King A.J., He W., Cuevas J.A., Freudenberger M., Ramiaramanana D., Graham I.A. (2009) Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed. **Exp Botany** 60:2897-2905. Published by Oxford University Press
- Kreiter S., Tixier M.S., Croft B.A., Auger P., Barret D. (2002) Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. **Environ Entomol** 31:648-660
- Kumar A., Sharma S. (2008) An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses *Jatropha curcas* L.: a review. **Indian Crop Prod** 28:1-10
- Landis D.A., Wratten S.D., Gurr G.M. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. **Annu Rev Entomol** 45:175-201
- Lofego A.C., Moraes G.J. (2006) Ácaros (Acari) associados a mirtáceas (Myrtaceae) em áreas de cerrado no estado de São Paulo com análise faunística das famílias Phytoseiidae e Tarsonemidae. **Neotrop Entomol** 35:731-746
- Lopes E.N. (2009) Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*). Dissertação, Universidade Federal de Viçosa
- Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L.K. (2003) The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. **Weed Res** 43:77-79
- McMurtry J.A., Croft B.A. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annu Rev Entomol** 42:291-321
- Moraes G.J. (2002) Controle biológico de ácaros fitófagos com predadores. In: Parra J, Botelho P, Corrêa-Ferreira B, Bento J (eds.) Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores São Paulo, p 225-237
- Moraes G.J., McMurtry J.A., Denmark H.A., Campos C.B.A. (2004) A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa** 00:1-494

- Moraes G.J., Flechtmann C.H.W (2008) Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Brasil
- Mponela P., Mwase W.F., Jumbe C.B.L., Ntholo M. (2010) Plant species diversity on marginal and degraded areas for *Jatropha curcas* L. cultivation in Malawi. **African J Agric Res** 5:1497-1503
- Pedro-Neto M., Reis P.R., Zacarias M.S., Silva R.A. (2010) Influência do regime pluviométrico na distribuição de ácaros em cafeeiros conduzidos em sistemas orgânico e convencional. **Coffee Science** 5:67-74
- Peña J.E. (1992) Predator-prey interactions between *Typhlodromalus peregrinus* and *Polyphagotarsonemus latus*: Effects of alternative prey and other food resources. **Fla Entomol** 75:241-248
- Pratt P.D., Rosetta R., Croft B.A. (2002) Plant-related factors influence the effectiveness of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae), a biological control agent of spider mites on landscape ornamental plants. **J Econ Entomol** 95:1135-1141
- Rodrigues D.M. (2010) Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga em pinhão-manso *Jatropha curcas* L. no estado do Tocantins. Dissertação, Universidade Federal de Tocantins
- Rosado J.F. (2013) Amostragem e distribuição espaço-temporal de ácaros praga em pinhão manso. Tese, Universidade Federal de Viçosa
- Rubel F., Kottek M. (2010) Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. **Meteorol Z** 19:135-141
- Saraiva A.S. (2013) Efeito das técnicas de manejo de plantas daninhas sobre a acarofauna da cultura do pinhão manso *Jatropha curcas* L. Dissertação, Universidade Federal de Tocantins
- Sarmiento R.A., Rodrigues D.M., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Kikuchi W.T., Santos G.R., Pallini A. (2011) Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Exp Appl Acarol** 53:203-214
- Saturnino H.M., Pacheco D.D., Kakida J., Tominaga N., Gonçalves N.P. (2005) Cultura do pinhão manso *Jatropha Curcas* L. **Inf Agrop** 26:44-78
- Silveira Neto S., Nakano O., Barbin D., Villa-Nova N.A. (1976) Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Brasil
- Verona R.L.C. (2010) Ácaros Associados á *Jatropha* spp. (Euphorbiaceae) no Brasil. Tese, Universidade Estadual Paulista

Asociación foretica de *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) con la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en piñón *Jatropha curcas* L.

Resumen: El ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) es la principal plaga del piñón *Jatropha curcas* L. y se dispersa a través de varios mecanismos. La foresia parece ser el principal mecanismo de dispersión a larga distancia. El ácaro blanco presenta una asociación foretica con algunos géneros de moscas blancas. El presente trabajo tuvo como objetivo demostrar la existencia de la relación foretica de *P. latus* con moscas blancas como principal mecanismo de dispersión en *J. curcas*. Dos metodologías fueron utilizadas para capturar moscas blancas en campo. La primera consistió en fijar trampas pegajosas de colores amarilla, azul y transparente en un área de *J. curcas*. En la segunda se colectaron directamente moscas blancas en dos áreas de *J. curcas* utilizando un aspirador bucal. Fueron realizados monitores semanales en el periodo octubre/2012 a julio/2013. Se determinó una relación foretica de *P. latus* con la especie de mosca blanca *Bemisia tabaci* en *J. curcas*, siendo su principal mecanismo de dispersión. Fue observado entre 16,00 y 28,16% de prevalencia (foresia) de *P. latus* con *B. tabaci*. Este corresponde al primer reporte de esta asociación en este cultivo. *Polyphagotarsonemus latus* discriminó a su hospedero foretico entre otros insectos herbívoros como *Myzus persicae*, *Selenothrips rubrocinctus* y *Empoasca* sp. asociados en las mismas plantas hospederas. Trampas de colores no fueron apropiada para el monitoreo de la actividad foretica de *P. latus* en *J. curcas*. El uso del aspirador bucal es adecuado para la captura de moscas blancas y determinar su actividad foretica. La asociación de *P. latus* con herbívoros como *B. tabaci* puede tener un impacto económico significativo en *J. curcas* debido a que ambas plagas presentan plantas hospederas comunes.

Palabras claves: Dispersión, hospedero, interacción, supervivencia, ácaros.

Phoretic relationship of *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) with whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on physic nut *Jatropha curcas* L.

Abstract: The broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) is a major pest of the physic nut *Jatropha curcas* L. and is dispersed through several mechanisms. Phoresy seems to be the main mechanism for long-distance dispersal. Broad mites showed a phoretic relationship with several genres of whiteflies. The objective of this study was to demonstrate the phoretic relationship of *P. latus* with whiteflies as the main dispersal mechanism on *J. curcas* crop. Two methods were used to capture whiteflies in the field. The first method consisted of the fixation of sticky traps of yellow, blue and transparent colors in *J. curcas* areas. In the second method, whiteflies were collected in two *J. curcas* areas using a mouth aspirator. Weekly monitoring was performed in the period of July/2013 to October/2012. The phoretic relationship of *P. latus* with whitefly *Bemisia tabaci* was determined as the main dispersal mechanism in *J. curcas* areas. The prevalence of the phoretic relation of *P. latus* and *Bemisia tabaci* was 10 to 28.16%. This is a first report of this relationship on the *J. curcas* crop. *Polyphagotarsonemus latus* discriminated between their host and other herbivorous insects such as *Myzus persicae*, *Selenothrips rubrocinctus* and *Empoasca* sp. associated with the same host plants. Color traps were not suitable for the monitoring of the phoretic relationship of *P. latus* on *J. curcas* crop. The use of a mouth aspirator is suitable for whiteflies capture and it determines their phoretic activity. The association of *P. latus* with herbivores such as *B. tabaci* may have a significant economic impact on *J. curcas* due to both having common host plant pests.

Key-words: Dispersion, host, interaction, survival, mites.

INTRODUCCIÓN

El ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) es considerado la plaga más seria del piñón *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) en Brasil y regiones del mundo donde se cultiva esta planta (Sarmiento et al. 2011, Lopes 2009) como fuente de biocombustible (Durães et al. 2011). Es polífaga y cosmopolita (Parker & Gerson 1994; Palevsky et al. 2001; Moraes & Flechtmann 2008). El ciclo biológico en piñón ocurre en 3,87 días, 11,77 días de longevidad y una fecundidad de 30,05 huevos (Lopes 2009). Se alimenta en brotes tiernos (Fan & Petitt 1998). Por su pequeño tamaño de 0,1 a 0,3 mm pasa inadvertido (Gerson 1992; Fasulo 2007) siendo detectado cuando los daños son evidentes, dificultándose su manejo (Venzon et al. 2008). Se reporta en asociación con moscas blancas, trips y áfidos (Flechtmann et al. 1990; Parker & Gerson 1994). Que se mencionan como vectores para su dispersión (Fan & Petitt 1998; Fasulo 2007).

La dispersión permite a los ácaros escapar de zonas no aptas para su desarrollo (Soroker et al. 2003; Alves et al. 2005; Watanabe et al. 2007). Ácaros herbívoros se dispersan debido a escases de alimento y espacio (Sabelis & Bruin 1996) o por la presencia de enemigos naturales (Lawson-Balagbo et al. 2007; Galvão et al. 2011). Ocurre a través del transporte de material infestado, caminando cortas distancias, el viento y foresia para largas distancias (Galvão et al. 2012).

Foresia es un fenómeno en el que un organismo (forante) busca y se adhiere a un animal de otra especie (hospedero foretico) con fines de dispersión (Kiontke 1997; Bajerlein & Bloszyk 2003; Villegas-Guzman & Pérez 2005; Valim & Gazêta, 2007). Requiere discriminación entre los posibles hospederos (Houck & OConnor 1991). Es esencial para la supervivencia de ácaros debido a la movilidad reducida y carencia de alas (Bloszyk et al. 2006; Fatouros & Huigens 2012). Se reporta en ácaros herbívoros, predadores, parásitos, nectarívoros (Palevsky et al. 2001; Oliveira et al. 2006; Marcelino et al. 2009; Guerra et al. 2012; Galvão et al. 2012). La interacción es temporal (Kiontke 1997; Perotti & Braig 2009) y sus adaptaciones indican la intensidad de la selección natural (Rodrigueiro & Prado 2004).

Polyphagotarsonemus latus se dispersa a través de varios mecanismos (Fan & Petitt 1998; Moraes & Flechtmann 2008). Los machos son responsables por gran parte de la dispersión en la planta al transportar “pupas” de hembras hacia brotes tiernos (Fasulo 2007; Alagarmalai et al. 2009; Jiménez 2010). Sin embargo la foresia parece ser el principal

mecanismo de dispersión a larga distancia (Parker & Gerson 1994; Galvão et al. 2012). *Polyphagotarsonemus latus* presenta una asociación foretica con algunos géneros de moscas blancas (Soroker et al. 2003). Los primeros reportes fueron con *Bemisia tabaci* (Flechtmann et al. 1990; Fan & Petitt 1998) y *Trialeurodes vaporariorum* (Parker & Gerson 1994). Posteriormente con *Aleyrodes singularis*, *Dialeurodes citri*, y *Trialeurodes lauri* (Palevsky et al. 2001; Soroker et al. 2003; Alagarmalai et al. 2009).

Se ha probado que *P. latus* es capaz de discriminar entre insectos de diferentes grupos taxonómicos. Se adhiere preferentemente a especies de moscas blancas antes que a otros insectos alados presentes en la misma planta hospedera como trips *Frankliniella occidentalis* y el áfido *Myzus persicae*. Esto sugiere una relación foretica específica entre este ácaro y la familia Aleyrodidae (Flechtmann et al. 1990; Parker & Gerson 1994; Fan & Petitt 1998; Palevsky et al. 2001; Soroker et al. 2003).

El reconociendo del hospedero este asociado con señales táctiles y químicas (Palevsky et al. 2001; Soroker et al. 2003; Rodrigueiro & Prado 2004; Fatouros & Huigens 2012). El olfato es el principal mecanismos para encontrar y adherirse a su hospedero (Nelson et al. 1998; Palevsky et al. 2001). Se ha sugerido que el atrayente para *P. latus* está presente en las partículas cerosas del cuerpo de las moscas blancas (Nelson et al. 1994; Soroker et al. 2003). En varios trabajos realizados en hortalizas se determinó que entre el 20 y 80% de las moscas blancas *B. tabaci* y *T. vaporariorum* colectadas en campo tenían adheridas a sus patas hembras adultas de *P. latus* (Flechtmann et al. 1990; Parker y Gerson 1994; Fan & Petitt 1998; Palevsky et al. 2001; Bautista et al. 2005).

La asociación foretica de *P. latus* con insectos herbívoros como las moscas blancas puede tener un impacto económico significativo (Alagarmalai et al. 2009). Más aún si consideramos que ambas plagas presentan plantas hospederas comunes (Bautista et al. 2005). No hay reportes en la literatura que citen la asociación foretica de *P. latus* con herbívoros en *J. curcas*. Por lo que el establecimiento de esta relación a nivel de campo ayudará a proporcionar conocimiento adicional para determinar las implicaciones de la foresia como principal mecanismo de dispersión de *P. latus* y su epidemiología (Palevsky et al. 2001). Información que servirá de auxilio en el establecimiento de un programa sustentable de manejo de este ácaro-plaga. El presente trabajo tuvo como objetivo demostrar la existencia de la relación foretica de *P. latus* con moscas blancas en el cultivo de *J. curcas* como principal mecanismo de dispersión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar si los ácaros presentes en *J. curcas* son arrastrados por el viento o por foroesia utilizando vectores (mosca blanca, trips, áfidos, otros) entre octubre de 2012 y julio de 2013 fue conducido un experimento en el Campus experimental de la Universidad Federal de Tocantins, Gurupi-To, Brasil (11°43'45" S, 49°04'07" O y 278msnm) y (26°C, 72.03% HR y 1184.20mm de precipitación). Esta región posee clima tipo Aw definido como ecuatorial e invierno seco (Rubel & Kottek 2010). Dos estaciones al año bien definidas, una lluviosa entre noviembre y abril y una seca de mayo a octubre.

Metodología 1. Trampas de colores: Se utilizó una plantación de *J. curcas* de 0,5 ha y ocho meses de edad. Se emplearon tres juegos de trampas (amarilla, azul y trasparente) atrayentes para insectos vectores (Soroker et al. 2003). Noventa trampas (30 de cada color) fueron fijadas en campo en estacas a 1,5 cm del suelo. Se emplearon 45 estacas distribuidas nueve en cada borde del campo y nueve en el centro. En cada estaca se fijaron dos bandejas (trampas) del mismo color. Las estacas del borde estaban a dos metros fuera de línea de siembra de *J. curcas* y una separación de 10 m entre estacas. Cada trampa consistía en una bandeja plástica de 20 x 20 cm. En el centro de ésta se fijó con un imán una caja Petri ($\varnothing = 9$ cm) impregnada con una delgada película de vaselina simples (sin olor). Se realizaron 30 repeticiones por cada color de trampa. Estas fueron monitoreadas semanalmente desde octubre hasta julio (30 evaluaciones) y en cada ocasión las cajas de Petri eran impregnadas con vaselina y dejadas en campo por 48 horas. Posteriormente eran retiradas y llevadas al laboratorio para con la ayuda de un estereomicroscopio registrar la presencia de ácaros e insectos vectores. Los ácaros adheridos a insectos se consideraban foreticos y los que estaban en la placa se clasificaron como arrastrados por el viento (Soroker et al. 2003). Los insectos vectores fueron separados por morfo especies y contabilizados. Los ácaros fueron montados en solución de Hoyer para su respectiva identificación por el especialista de la Universidad Federal de Tocantins.

Metodología 2. Aspirador bucal: Se utilizaron dos áreas de *J. curcas* localizadas en el Campus experimental de la Universidad Federal de Tocantins, Gurupi-To, Brasil. La primera de 0,5 ha y 8 meses de edad conducido con irrigación y la segunda de 0,6 ha y 18

meses de edad sin irrigación. Semanalmente en cada área se colectaron con ayuda de un aspirador bucal (Fan & Petitt 1998; Galvão et al. 2012) moscas blancas presentes en plantas de *J. curcas* escogidas al azar. Se utilizó un tiempo de muestreo de 30 minutos (20 plantas evaluadas). Inmediatamente los individuos colectados fueron congelados a 4°C por una hora (Parker & Gerson 1994; Fan & Petitt 1998). Posteriormente con ayuda de un estéreo microscopio se obtuvo la siguiente información: número y sexo de las moscas blancas, moscas blancas con *P. latus* adheridas a su cuerpo, sexo de las moscas blancas con foresia, número de *P. latus*/mosca blanca, estado biológico y sexo de *P. latus* foretico y local donde se produjo la adhesión de *P. latus*. Se realizaron láminas en solución Hoyer de los ácaros encontrados en foresia para su identificación con el especialista de la Universidad Federal de Tocantins. También se montaron en medio Hoyer moscas blancas con foresia para registro fotográfico.

Los datos de artrópodos capturados en trampa fueron sometidos a análisis de variancia y las medias a la prueba de Tukey $\alpha = 0,05$. Para los datos de foresia se utilizó estadística no paramétrica mediante el teste Kruskal-Wallis. Se utilizó teste de X^2 . Para todos los análisis utilizando el Software RGui 2.12. Se utilizó el Software estadístico R v2.15.2 (R Core Team 2012).

RESULTADOS

Método de trampas de colores

Fueron colectados 55 especímenes de insectos en los tres colores de trampa. Distribuidos en 39 áfidos *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), 10 trips *Selenothrips rubrocinctus* (Thysanoptera: Thripidae) y 6 cigarritas *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae). En ninguna de las 90 trampas se capturó individuos de moscas blancas. No fue observado ácaros de la especie *P. latus* adheridos a insectos capturados. Se colectaron 21 ácaros de la especie *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae) encontrados sueltos en las placas de Petri (trampas), mientras que ningún *P. latus* fue registrado libres en estas trampas. No hubo diferencia significativa en la preferencia de estos artrópodos por los colores de trampas (Figura 1).

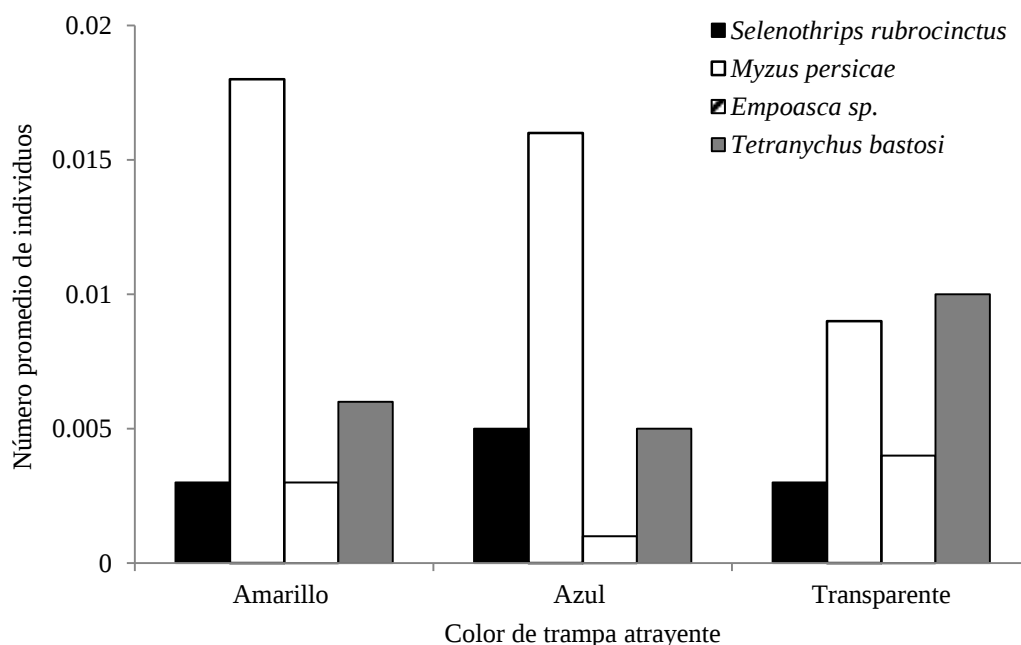


Figura 1. Número medio de individuos de los Arthropoda asociados a piñón *Jatropha curcas* colectados en trampas de colores atrayentes. Gurupi-TO.

Método del aspirador bucal

A diferencia del método de trampas de colores con el aspirador bucal fueron capturadas moscas blancas con evidencia foretica de *P. latus* en las dos áreas de *J. curcas*.

Piñón irrigado

Fueron colectados 175 moscas blancas *B. tabaci*. Se identificaron 37 ácaros foreticos de *P. latus*. Una media de 0,48 moscas blancas/planta. El 89,71% de las moscas colectadas en campo eran hembras. Se observó que el 85,71% de moscas con foresia eran hembras. La prevalencia o foresia (proporción de moscas infestadas) fue de 16,00 % (n=28). La intensidad de la foresia (número de ácaros/mosca infestada) fue de $1,32 \pm 0.11$. El 100% de *P. latus* foreticos eran adultos y hembras. El 100 % de los ácaros fueron encontrados en las patas de moscas blancas. Hubo diferencias significativas en la adhesión de *P. latus* en las patas anteriores, media o posterior de *B. tabaci* ($X^2 = 93,923$; $g.l. = 2$; $P < 0,0001$). *Polyphagotarsonemus latus* tuvo una mayor preferencia por adherirse a las patas posterior y media de las moscas blancas ($0,5298 \pm 0,09$ y $0,3631 \pm 0,08$, respectivamente). Menor preferencia hubo por adherirse a las patas anteriores ($0,1071 \pm 0,05$), que se diferencio

estadísticamente de las patas posterior y media. Cuando analizamos la preferencia de *P. latus* por adherirse a los tarsos y tibias de las patas de las moscas blancas se observó diferencias significativas ($X^2 = 38,699$; $g.l. = 1$; $P < 0,0001$). Existe una marcada preferencia de *P. latus* foreticos por adherirse a los tarsos de *B. tabaci* ($0,8809 \pm 0,05$), utilizando para su adhesión el primer par de patas. No obstante de manera general la población de moscas blancas fue baja, la actividad foretica de *P. latus* se mantuvo aun cuando la presencia de moscas blancas decreció (Figura 2). Se observó diferencias significativas en la frecuencia de ocurrencia de la foresia a lo largo del tiempo de evaluación ($X^2 = 12,3148$; $g.l. = 4$; $P < 0,0001$). Se destacan los meses de marzo y abril por la mayor frecuencia de foresia ($0,2661 \pm 0,03$ y $0,1675 \pm 0,03$, respectivamente).

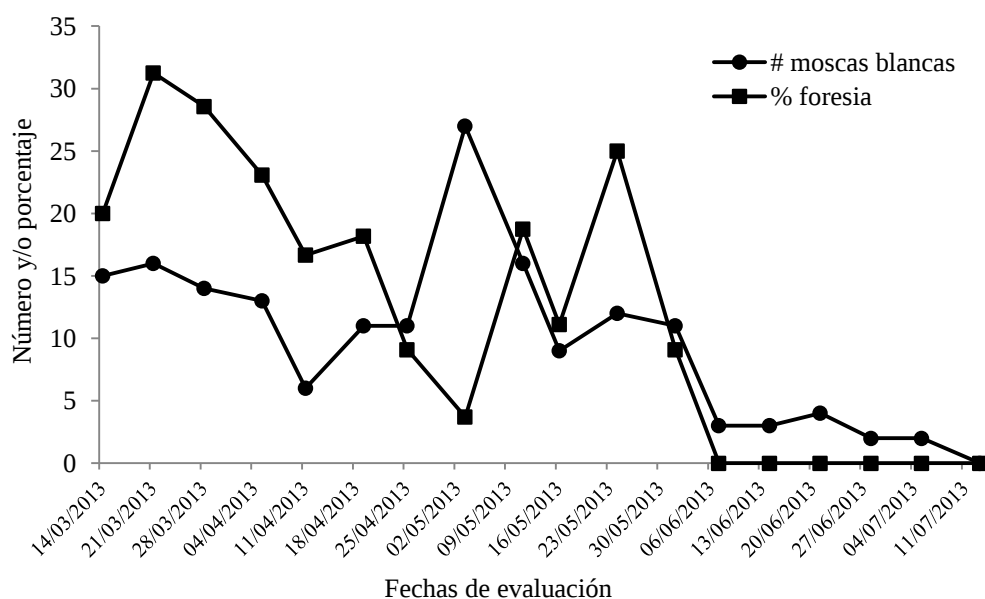


Figura 2. Asociación de la foresia de *Polyphagotarsonemus latus* con la fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* en un área de *Jatropha curcas* irrigado. Gurupi-TO.

Piñón sin irrigación

Se colectaron 103 individuos de *B. tabaci*. Fueron identificados 48 ácaros foreticos de *P. latus*. Una media de 0,29 moscas blancas/planta. El 87,38% de las moscas colectadas en campo eran hembras. Se determinó que 93,10% de moscas foreticas eran hembras. La prevalencia o foresia fue de 28,16% ($n=29$) y su intensidad de $1,65 \pm 0,19$. El 100% de *P. latus* foreticos eran adultos y hembras. La totalidad de los ácaros fueron encontrados en las patas de las moscas blancas. No hubo diferencia significativa en la preferencia de *P. latus* para adherirse a las patas anterior, media o posterior de *B. tabaci* ($X^2 = 102,39$; $g.l. = 2$; $P =$

0,7568). Las medias de preferencia fueron en su orden para las patas posteriores ($0,4339 \pm 0,08$), media ($0,2983 \pm 0,07$) y anterior ($0,2678 \pm 0,07$). Fue observado diferencias significativas en el sitio de adhesión de *P. latus* sobre las patas de moscas blancas ($X^2 = 25,883$; $g.l. = 1$; $P < 0,0001$). Se determinó una preferencia de *P. latus* por adherirse a los tarsos ($0,9690 \pm 0,02$). No obstante la población de moscas blancas fue aún menor que en el área de *J. curcas* irrigado, nuevamente se observó que la actividad foretica de *P. latus* se mantiene superior, aun cuando la mosca blanca se presentó en baja frecuencia (Figura 3). También en esta área sin irrigación se observó diferencias significativas en la frecuencia de ocurrencia de la foresia a lo largo del tiempo de evaluación ($x^2 = 8,2416$; $g.l. = 4$; $P < 0,0005$). Nuevaente se destacaron los meses de marzo y abril con la mayor frecuencia de foresia ($0,3393 \pm 0,02$ y $0,4799 \pm 0,17$, respectivamente).

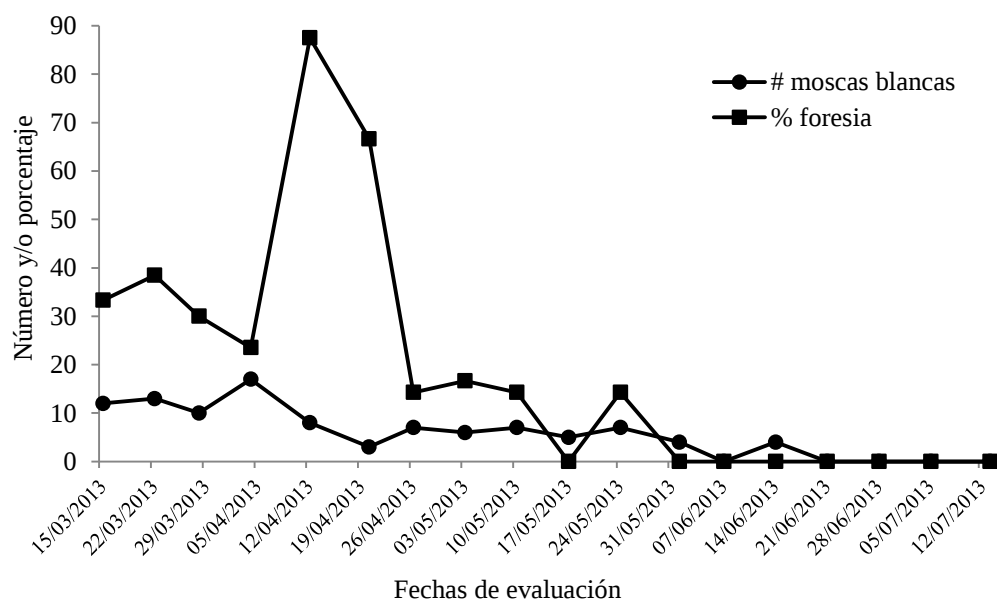


Figura 3. Asociación de la foresia de *Polyphagotarsonemus latus* con la fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* en un área de *Jatropha curcas* sin irrigación. Gurupi-TO.

DISCUSIÓN

Mecanismos de dispersión como el viento y la foresia son esencial para la supervivencia de los ácaros (Soroker et al. 2003; Bloszyk et al. 2006; Fatouros & Huigens 2012) al permitir colonizar nuevas áreas (Houck & OConnor 1991; Rodrigueiro & Prado 2004). *Polyphagotarsonemus latus* se dispersa a través de varios medios (Fan & Pettitt 1998; Moraes & Flechtman 2008). Sin embargo la foresia parece ser el principal

mecanismo de dispersión a larga distancia (Parker & Gerson 1994; Alagarmalai et al. 2009; Galvão et al. 2012). No fue determinada una relación foretica de *P. latus* con las especies de insectos colectadas en las trampas de colores en *J. curcas* (*M. persicae*, *S. rubrocinctus* y *Empoasca* sp.). Esto sugiere que estos herbívoros no son utilizados por el ácaro blanco como mecanismo de dispersión en *J. curcas*, aun conviviendo en la misma planta con alta infestación de *P. latus* como fue reportado en nuestro estudio. Parker & Gerson (1994) tampoco constataron actividad foretica con *M. persicae*. Varios autores han citado a las especies *M. persicae* y *F. occidentalis* como vectores de *P. latus* (Flechtmann et al. 1990; Fan & Petitt 1998, Fasulo 2007, Lopes 2009). Sin embargo Palevsky et al. (2001) determinaron la existencia de una preferencia de *P. latus* por adherirse a especies de moscas blancas (*B. tabaci*, *D. citri*, *A. singularis* y *T. lauri*). Considerando insignificante la participación de los áfidos y trips como mecanismo de dispersión de este ácaro.

La presencia del ácaro herbívoro *T. bastosi* capturados libremente en las trampas de colores en nuestro estudio sugiere que el viento es uno de los mecanismo de dispersión de esta especie de ácaros de importancia económica en *J. curcas*. Como ocurre en otros cultivos con ácaros herbívoros *Aceria guerreronis*, *Aceria tulipae*, *Phyllocoptruta oleivora*, *Brevipalpus phoenicis*, *Tetranychus urticae*, donde el viento es citado como el principal mecanismo de dispersión (Bergh & McCoy 1997; Alves et al. 2005; Osakabe et al. 2008; Galvão et al 2012). Por el contrario no se registró especímenes de *P. latus* adheridos libremente en las trampas de colores. Esto confirma que el viento no es el principal mecanismo de dispersión de *P. latus*. Esto es coincidente con Alagarmalai et al. (2009) quienes citan que en *P. latus* la dispersión por el viento es menor al 10%.

No fue colectado ningún espécimen de mosca blanca en las trampas de campo en nuestro estudio. Es posible que esta metodología no sea apropiada para monitorear la actividad foretica de *P. latus* con moscas blancas en *J. curcas*. Esto estaría relacionado con la baja densidad poblacional de *B. tabaci* en este cultivo. No alcanzado a ser atraída por las trampas de colores. Estos resultados son discordante con aquellos de Soroker et al. (2003); Alagarmalai et al. (2009) quienes al estudiar la actividad foretica de *P. latus* en campo en pepino lograron la captura de moscas blancas foreticas en trampas amarillas. Sin embargo debe considerarse que especies de plantas de la familia Cucurbitaceae son altamente susceptibles al ataque de moscas blancas, pudiendo estas altas densidades permitir la captura de especímenes en trampas y determinar la actividad foretica.

Este corresponde al primer reporte de la asociación foretica de *P. latus* con *B. tabaci* en *J. curcas*. Soroker et al. (2003) menciona que *P. latus* es el único tarsonemidae conocido que no utiliza al viento como principal mecanismo de dispersión. Tiene una asociación foretica específica con algunas especies de la familia Aleyrodidae (Palevsky et al. 2001). Varios son los reportes de *P. latus* asociados a *B. tabaci* principalmente en cultivos hortícolas (Flechtmann et al. 1990; Fan & Petitt 1998; Palevsky et al. 2001; Soroker et al. 2003; Alagarmalai et al. 2009). Nuestros resultados sugieren que posiblemente *P. latus* sea capaz de discriminar su hospedero entre insectos alados de diferentes grupos taxonómicos (Houck & OConnor 1991). Durante el monitoreo en las dos áreas experimentales fue registrada la presencia de otros herbívoros como *M. persicae*, *S. rubrocinctus* y *Empoasca* sp. conviviendo en las mismas plantas con *B. tabaci* y *P. latus* y en estas circunstancias sólo se reportó foresia con moscas blancas. Resultados similares a Parker & Gerson (1994); Palevsky et al. (2001).

Se desconoce las señales directas que inducen la foretica en *P. latus*, no obstante parece que la relación con su hospedero foretico es facultativa (Soroker et al. 2003; Alagarmalai et al. 2009). Nuestros resultados sugieren que *P. latus* tiene preferencia por adherirse a hembras de *B. tabaci* guiados tal vez por señales táctiles o químicas como lo señalan (Palevsky et al. 2001; Soroker et al. 2003; Rodrigueiro & Prado 2004; Fatouros & Huigens 2012). La preferencia de *P. latus* por hembras de moscas blancas está asociado con la mayor proporción de hembras de este herbívoro en campo. El olfato parece ser el principal mecanismos que el forante utiliza para buscar y adherirse a su hospedero (Nelson et al. 1998; Palevsky et al. 2001). Se ha sugerido que el atrayente para *P. latus* está en las partículas cerosas del cuerpo de las moscas blancas (Soroker et al. 2003). Nuestros resultados son discordantes con Soroker et al. (2003). Quienes mencionan que *P. latus* no discrimina entre el sexo de moscas blancas para la foresia por lo que la composición de esteres de la cera no difiere entre el sexo de *B. tabaci* (Nelson et al. 1994). Esto nos lleva a pensar que tal vez otros sean los compuestos que intervienen en la atracción de *P. latus* hacia hembras de moscas blancas.

Los valores de prevalencia o foresia de *P. latus* con *B. tabaci* encontrados en nuestro estudio en las dos áreas experimentales de *J. curcas* (16,00 y 28,16%) coinciden con aquellos citados por Flechtmann et al. (1990). Estos reportaron que el 20% de individuos de *B. tabaci* llevaban ácaros en sus patas. 23,9% en *T. vaporariorum* (Parker y

Gerson 1994) ambos estudios en campo. Mientras que Fan & Petitt (1998); Palevsky et al. (2001) determinaron en laboratorio que el 80% de adultos de *B. argentifolii* y *B. tabaci* tenían *P. latus* adheridos en sus patas. Valores que se dieron según estos autores por alta infestación de *P. latus* en las hojas.

La intensidad de la foresia de más de un ácaro adherido a sus patas determinado en este estudio parece ser común en la relación foretica de *P. latus* con las moscas blancas (Fan & Petitt, 1998; Palevsky et al. 2001). No obstante Bautista et al. (2005) reportan un número que varían de 2 a 12 ácaros por mosca blanca. El 100% de los individuos foreticos eran adultos y hembras de *P. latus* en las dos áreas de *J. curcas*. Resultados similares a los reportados por Flechtmann et al. (1990) y Fan & Petitt (1998) con *B. tabaci* y Parker & Gerson (1994) con *T. vaporariorum*.

Parker & Gerson (1994) determinaron que el 97,5% de los individuos de *P. latus* se adhieren a las patas de las moscas blancas, muy próximo al 100% reportado en nuestro estudio. La preferencia de *P. latus* por adherirse a las patas posteriores y medias, así como a los tarsos de *B. tabaci* estaría relacionado muy posiblemente con la facilidad en la adhesión o descenso de los ácaros en su hábitat. Un comportamiento comprensible si consideramos que estos tarsomeros se encuentra directamente en contacto con la superficie foliar. Resultados semejantes son citados por Parker & Gerson (1994); Bautista et al. (2005). Adicionalmente Fan & Petitt (1998); Palevsky et al. (2001) determinaron que al menos 80% de adultos de *B. tabaci* tenían más de un ácaro fijado cuatro horas después que las moscas se habían posado sobre las hojas infestada con *P. latus*.

La relación de poblacional de *B. tabaci* con la prevalencia o foresia encontrada en nuestro estudio fue también reportada por Soroker et al. (2003). Quienes asociaron los mayores valores de foresia de *P. latus* con los periodos de mayor abundancia de *B. tabaci*.

No obstante el número de moscas blancas foreticas pueda considerarse bajo en ambas áreas de *J. curcas*, la importancia de la foresia radica en el hecho de este es el principal método de dispersión de ésta plaga. Solo ácaros adultos son probablemente foreticos. Adicionalmente la superposición espacial de *P. latus* con su hospedero foretico que vive en la misma planta, su corto ciclo biológico y el poco tiempo que requiere para adherirse a su hospedero, deben ser considerado. La asociación foretica de *P. latus* con insectos herbívoros como moscas blancas puede tener un impacto económico significativo. Más aún si consideramos que ambas plagas presentan plantas hospederas comunes.

CONCLUSIONES

Polyphagotarsonemus latus tiene relación foretica con la especie de mosca blanca *B. tabaci* en piñón *J. curcas*, siendo su principal mecanismo de dispersión. Este corresponde al primer reporte de esta asociación en este cultivo.

Es posible que *P. latus* sea capaz de discriminar a su hospedero foretico entre otros insectos herbívoros como *M. persicae*, *S. rubrocinctus* y *Empoasca* sp. asociados a la misma planta hospedera.

La asociación foretica de *P. latus* con *B. tabaci* puede tener un impacto económico significativo en *J. curcas* al presentar ambas plagas hospederas comunes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alagarmalai J., Grinberg M., Perl-Treves R., Soroker V. (2009) Host selection by the herbivorous mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). **J Insect Behav** 22:375-387
- Alves E.B., Casarin N.F.B., Omoto C. (2005) Mecanismo de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae) em pomares de citrus. **Neotrop Entomol** 34:89-96
- Bajerlein D., Bloszyk J. (2003) Two cases of hyperphoresy in mesostigmatic mites (Acari: Gamasida: Uropodidae, Macrochelidae) **Biol Lett** 40:135-136
- Bautista L., Arnal E, Aponte O. (2005) Relación forética de *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae) y adultos de *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae). **Entomotropica** 20:79-80
- Bergh J.C., McCoy C.W. (1997) Aerial dispersal of citrus rust mite (Acari: Eriophyoidae) from Florida citrus groves. **Environ Entomol** 26:256-264
- Bloszyk J., Klimczak J., Lesniewska M. (2006) Phoretic relationships between Uropodina (Acari: Mesostigmata) and centipedes (Chilopoda) as an example of evolutionary adaptation of mites to temporary microhabitats. **Eur J Entomol** 103:699-7076
- Durães F.O.M., Laviola B.G., Alves A.A. (2011) Potential and challenges in making physic nut *Jatropha curcas* L. a viable biofuel crop: the brazilian perspective. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources** 6:1-8

- Fan Y., Pettitt F.L. (1998) Dispersal of the Broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Exp Appl Acarol** 22:411-415
- Fasulo T.R. (2007) Broad Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Arachnida: Acari: Tarsonemidae). **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida, Gainesville 6p
- Fatouros N.E., Huigens M.E. (2012) Phoresy in the field: natural occurrence of *Trichogramma* egg parasitoids on butterflies and moths. **Biol Control** 57:493-502
- Flechtmann C.H.W., Guerrero B.J.M., Arroyave J.A., Constantino Ch. L.M. (1990) A little known mode of dispersal of *Polyphagotarsonemus latus* Banks. **Int J Acarol** 16:181-182
- Galvão A.S., Gondim Jr. M.G.C., Moraes G.J., Melo J.W.S. (2011) Distribution of *Aceria guerreronis* and *Neoseiulus baraki* among and within coconut bunches in northeast Brazil. **Exp Appl Acarol** 54:373-384
- Galvão A.S., Melo J.W.S., Monteiro V.B., Lima D.B., Moraes G.J., Gondim Jr. M.G.C. (2012) Dispersal strategies of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) a coconut pest. **Exp Appl Acarol** 57:1-13
- Gerson U. (1992) Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae). **Exp Appl Acarol** 13:163-178
- Guerra T.J., Romero G.Q., Costa J.C., Lofego A.C., Benson W.W. (2012) Phoretic dispersal on bumblebees by bromeliad flower mites (Mesostigmata, Melicharidae). **Insect Soc** 59:11-16
- Houck M.A., OConnor B.M. (1991) Ecological and evolutionary significance of phoresy in the Astigmata. **Annu Rev Entomol** 36:611-636
- Jiménez J.A.A. (2010) Relación del ácaro *Polyphagotarsonemus latus* Banks y Papaya Ringspot Virus Jensen en la Reducción Foliar de *Carica papaya* cv Maradol. Tesis, Colegio de Posgraduados
- Kiontke K. (1997) Description of *Rhabditis* (Caenorhabditis) *drosophilae* and *R. (C.) sonorae* (Nematoda: Rhabditida) from saguaro cactus rot in Arizona. **Fundam appl Nematol** 20:305-315
- Lopes E.N. (2009) Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*). Dissertação, Universidade Federal de Viçosa
- Marcelino V.J.F.C., Arcoverde A.R., Daemon E. (2009) Aspectos da associação forética dos ácaros *Myialges* spp. (Astigmata: Epidermoptidae) e *Ornitocheyletia hallae* Volgin (Prostigmata: Cheyletidae) com a mosca *Pseudolynchia canariensis* Macquart (Diptera: Hippoboscidae). **Neotrop Entomol** 38:578-581

- Moraes G.J., Flechtmann C.H.W (2008) Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Brasil
- Nelson D.R., Buckner J.S., Fatland C.L. (1994) The composition of external lipids from adult whiteflies, *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*. **Comp Biochem Physiol** 109:293-303
- Nelson D.R., Guershon M., Gerling D. (1998) The surface wax composition of the exuviae and adults of *Aleyrodes singularis*. **Comp Biochem Physiol** 119:655-665
- Oliveira C.R.F., Faroni L.R.D.A., Guedes R.N.C., Pallini A., Gonçalves J.R. (2006) Dispersão de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em trigo armazenado sob condições artificiais. **Neotrop Entomol** 35:536-541
- Osakabe M.H., Isobe H., Kasai A., Masuda R., Kubota S., Umeda M. (2008) Aerodynamic advantages of upside down take-off for aerial dispersal in *Tetranychus* spider mites. **Exp Appl Acarol** 44:165-183
- Palevsky E., Soroker V., Weintraub P., Mansour F., Abo-Moch F., Gerson U. (2001) How species-specific is the phoretic relationship between the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) and its insect hosts? **Exp Appl Acarol** 25:217-224
- Parker R., Gerson U. (1994) Dispersal of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Heterostigmata: Tarsonemidae) by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). **Exp Appl Acarol** 18:581-585
- Perotti M.A., Braig H.R. (2009) Phoretic mites associated with animal and human decomposition. **Exp Appl Acarol** DOI 10.1007/s10493-009-9280-0
- R Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Rodrigueiro T.S.C.; Prado A.P. (2004) *Macrocheles muscaedomesticae* (Acari: Macrochelidae) and a species of *Uroseius* (Acari: Polyaspididae) phoretic on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae): effects on dispersal and colonization of poultry manure. **Ser Zool** 94:181-185
- Rubel F., Kottek M. (2010) Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. **Meteorol Z** 19:135-141
- Sabelis M.W., Bruin J. (1996) Evolutionary ecology; life history patterns, food plant choice and dispersal In: Lindquist E, Sabelis M, Bruin J (eds) Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam, pp 329-366

- Sarmiento R.A., Rodrigues D.M., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Kikuchi W.T., Santos G.R., Pallini A. (2011) Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Exp Appl Acarol** 53:203-214
- Soroker V., Nelson D.R., Bahar O., Reneh S., Yablonski S., Palevsky E. (2003) Whitefly wax as a cue for phoresy in the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). **Chemoecology** 13:163-168
- Valim M.P., Gazêta G.S. (2007) Associação forética dos ácaros *Myialges anchora* Sergent & Trouessart (Acaridida: pidermoptidae) e *Ornithocheyletia hallae* Smiley (Actinedida: Cheyletiellidae) com *Pseudolynchia canariensis* Macquart (Diptera: Hippoboscidae). **Rev Bras Entomol** 51:518-519
- Venzon M., Rosado M.C., Molina-Rugama A.J., Duarte V.S., Dias R., Pallini A. (2008) Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). **Crop Protection** 27:869-872
- Villegas-Guzman G.A., Pérez T.M. (2005) Hallazgo de pseudoescorpiones (Arachnidae: Pseudoscorpiones) foréticos de *Felis catus* Linnaeus. 1758 en la ciudad de México. **Folia Entomol** 44:85-87
- Watanabe M.A., Maia A.H.N., Nicolella G. (2007) Ocorrência de ácaros em flores de *Lantana camara* L. **Científica** 35:31-38

CONSIDERACIONES FINALES

Typhlodromus transvaalensis (Acari: Phytoseiidae) utiliza ácaros de las familias Tarsonemidae, Tetranychidae y polen como principal fuente alimentaria. Este es un potencial agente de control biológico de las poblaciones del ácaro blanco *P. latus* en piñón *J. curcas*.

El sistema *J. curcas* consorciado con maíz *Z. mays* favorece la diversidad de ácaros predadores debido a la incorporación de polen al sistema. Este es un sistema de producción sustentable que puede promover la reducción de los ácaros herbívoros en *J. curcas*. Considerando que *Z. mays* es un cultivo de fácil aceptación, éste adiciona valor agregado al productor.

El principal mecanismo de dispersión de *P. latus* es la foresia. Su asociación con la mosca blanca *B. tabaci* puede tener un impacto económico significativo en este cultivo. El monitoreo de la mosca blanca debe ser incorporado como una práctica en un programa sustentable de manejo de ácaros-plaga en *J. curcas*.