

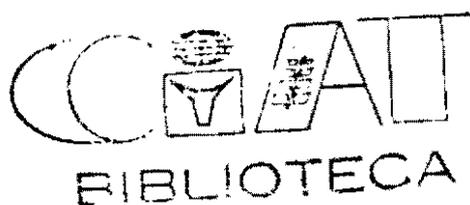
SB
608
.C3
B37
C3

Documento de Trabajo
No. 126

~~Bases~~ Bases fundamentales
para investigación sobre
los ácaros plagas y sus
enemigos naturales en
el Ecuador



Documento de Trabajo
No. 126



117719

19 DIC. 1994



Bases fundamentales
para investigación sobre
los ácaros plagas y sus
enemigos naturales en
el Ecuador

Ann R. Braun
(Editora)



Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture

**BASES FUNDAMENTALES PARA INVESTIGACION SOBRE
LOS ACAROS PLAGAS Y SUS ENEMIGOS NATURALES EN EL ECUADOR**

TABLA DE CONTENIDO

INVENTARIO DE ACAROS FITOFAGOS Y SUS ENEMIGOS NATURALES EN EL CULTIVO DE LA YUCA EN ECUADOR	1
Introducción	1
Un Aporte al Control Biológico del Acaro Verde en el Cultivo de la Yuca en Africa	3
Un Aporte al Conocimiento de los Acaros Fitófagos y Benéficos en el Cultivo de la Yuca en el Ecuador	10
Biología Básica de Acaros Fitófagos y Benéficos	10
Importancia Económica de los Acaros <i>Mononychellus</i> en la Yuca	12
Impacto de Predadores Fitoseidos de Acaros en la Yuca	13
Exploraciones para Enemigos Naturales de Acaros Plagas en Ecuador	14
Interacción de Resistencia Varietal y Control Biológico	17
Efecto de Microhabitat sobre los Acaros Phytoseiidae	18
Investigación Participativa y Capacitación para los Agricultores	19
Recomendaciones	31
Agradecimiento	32
Resumen	44
Bibliografía	45

TABLA DE CONTENIDO

CARACTERISTICAS TAXONOMICAS DE IMPORTANCIA DE LA FAMILIA TETRANYCHIDAE	52
Forma de Alimentación de los Acaros Fitófagos	54
Características Biológicas para la Identificación de <i>Mononychellus tanajoa</i> , <i>M. caribbeanae</i> , <i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> y <i>Oligonychus peruvianus</i> , y Descripción del Daño que Causan estas Especies	56
<i>Mononychellus tanajoa</i> (Bondar)	56
Descripción del daño	57
<i>Mononychellus caribbenae</i> (McGregor)	57
Descripción del daño	58
<i>Oligonychus peruvianus</i> (McGregor)	59
Descripción del daño	59
<i>Tetranychus urticae</i> Koch	60
Descripción del daño	60
Técnicas de Recolección de Acaros en el Campo y Montaje de Preparaciones Microscópicas	61
Recolección de Acaros en el Campo	61
Clarificación de los Especímenes	61
Preparación de la Lámina	62
Bibliografía	71
 IDENTIFICACION DE LOS TRES GRUPOS MAS IMPORTANTES DE ENEMIGOS NATURALES DE LOS ACAROS PLAGA: ACAROS PHYTOSEIIDAE, INSECTOS Y HONGOS PATOGENOS	 78
Importancia del Control Biológico	78
Importancia de la Sistemática en el Control Biológico	80
Importancia de los Depredadores en el Control Biológico	84

TABLA DE CONTENIDO

Acaros Phytoseiidae	89
Características Morfológicas	89
Características Biológicas	91
Hábitos Alimenticios	92
Especies Registradas en el Cultivo de la Yuca	95
Insectos Depredadores	97
<i>Stethorus</i> sp. (Coleóptera: Coccinellidae)	97
Hábitos alimenticios	100
<i>Oligota</i> sp. (Coleóptera: Staphylinidae)	101
Hábitos alimenticios	103
Hongos Patógenos de Acaros	103
Forma de Acción sobre <i>Mononychellus</i> sp. y <i>Tetranychus</i> sp.	105
Bibliografía	110
 METODOS DE CRIA DE LOS ACAROS PHYTOSEIIDAE	 116
Importancia de los Métodos de Cría Masiva en un Programa de Control Biológico	116
Proceso para Desarrollar Técnicas de Cría Masiva de Phytoseiidae	118
Propagación de Plantas Limpias	119
Producción de plantas de yuca	119
Producción de plantas de frijol	120
Desarrollo y Mantenimiento de las Colonias de <i>Mononychellus tanajoa</i> , <i>M. caribbeanae</i> y <i>Tetranychus urticae</i>	121
Métodos de Producción y Mantenimiento de Crías Masivas de Phytoseiidae en el Laboratorio	123
Método Mesa & Bellotti	123

TABLA DE CONTENIDO

Método McMurtry & Scriven	125
Obtención de los huevos de <i>Tetranychus urticae</i>	126
Obtención del polen de <i>Ricinus communis</i>	126
Método holandés modificado	127
Jaula (método de cría de Phytoseiidae en condiciones de campo)	128
Sistemas de Envío de Acaros Phytoseiidae	129
Métodos de Liberación de Acaros Phytoseiidae	132
Bibliografía	137
USO DE ESCALAS PARA LA ESTIMACION DE POBLACIONES DE ACAROS TETRANYCHIDAE EN CULTIVOS DE YUCA	
Resumen	139
Summary	141
Introducción	142
Materiales y Métodos	144
Muestreo de Campo	144
Conteo en Laboratorio	146
Resultados	147
Primer Ciclo de Cultivo	147
Cálculo de coeficientes	148
Distribución vertical de <i>M. mcgregori</i> (estados móviles)	150
Distribución vertical de la población de Phytoseiidae	150
Distribución vertical de la población de <i>Oligonychus peruvianus</i>	151

TABLA DE CONTENIDO

Segundo Ciclo de Cultivo	151
Cálculo de coeficientes	152
Distribución vertical de <i>M. caribbeanae</i> (estados móviles)	153
Distribución vertical de la población de los Phytoseiidae	154
Conclusiones	156
Bibliografía	172

INVENTARIO DE ACAROS FITOFAGOS Y SUS ENEMIGOS NATURALES EN EL CULTIVO DE LA YUCA EN ECUADOR

A.R. Braun, J.M. Alvarez, M.E. Cuéllar, M.C. Duque,
J.R. Escobar, C. Franco, A. Gaigl, J.M. Guerrero,
J.I. Lenis, E.L. Melo, N.C. Mesa y R. Zúñiga.

Introducción

Según Metcalf y Luckmann (1975) existen varios posibles estados en el desarrollo de protección fitosanitario para un cultivo. Primero, se siembra para la subsistencia del agricultor y su familia. A medida que se comercialice, la producción entra en una etapa de intensificación. Desde los años cuarenta, la disponibilidad de los productos químicos para la protección fitosanitaria ha tenido una fuerte interacción con el proceso de intensificación de producción agrícola. En muchos casos, los plaguicidas han llegado a reemplazar completamente las otras técnicas de manejo de plagas y enfermedades utilizadas tradicionalmente por los agricultores. La dependencia sobre los plaguicidas ha resultado en el desarrollo de plagas resistentes, la eliminación de la fauna benéfica, y la aparición y creciente importancia de plagas nuevas como los ácaros. La respuesta en algunos cultivos como el algodón, el tomate, la papa y otros ha sido aumentar el número y la frecuencia de aplicaciones y usar productos cada vez más

tóxicos. El proceso de dependencia criada conduce a una etapa de crisis porque las plagas son cada vez más difíciles de controlar, hasta que, en casos extremos, el agricultor deja de sembrar el cultivo por ser antieconómico. Desafortunadamente, muchas veces una transición hacia el manejo integrado de plagas (MIP) comienza solo cuando la crisis es tan aguda que si no cambia de estrategia, no puede seguir sembrando el cultivo.

En el caso de la yuca en América Latina, el cultivo apenas está en la fase de intensificación, y el empleo de plaguicidas es mínimo (Bellotti *et al.* 1990). Con la yuca, entonces, existe la oportunidad de desarrollar sistemas de protección fitosanitaria que sean ecológicamente sostenibles desde la fase de intensificación, antes que surja el ciclo vicioso de dependencia sobre plaguicidas. En otras palabras, el MIP no es solamente una respuesta a los problemas ambientales, económicos y de salud humana asociados con pesticidas, sino también la meta de convivir con las plagas en nuestros cultivos empleando los controles de naturaleza ecológica: la resistencia varietal, el control biológico y las prácticas culturales.

Aunque hubo grandes aumentos en productividad durante este siglo debido a la agricultura moderna, a través de la mecanización, el uso de variedades mejoradas y de insumos químicos, también han surgido problemas como la compactación de suelos, la erosión de la base de variabilidad genética de

muchos cultivos, y contaminación de aguas y tierras. Es muy importante para el futuro de los agricultores del trópico, y para los profesionales en la investigación y extensión agropecuaria, la fijación de metas para el desarrollo de una agricultura sostenible.

El control biológico junto con las prácticas culturales y la resistencia varietal son nuestras herramientas principales en la protección vegetal para contribuir a mantener la calidad y la productividad de las tierras agrícolas. El enfoque de esta contribución a las memorias del VII Seminario Nacional de Sanidad Vegetal es un aporte al control biológico de una de las plagas más serias de la yuca: los ácaros.

Un Aporte al Control Biológico del Acaro Verde en el Cultivo de la Yuca en Africa

Hemos identificado 40 especies de ácaros tetraníquidos (Base de Datos para Enemigos Naturales de Acaros, CIAT) en el cultivo de la yuca en las Américas. *Mononychellus tanajoa*, *M. caribbeanae*, *M. mcgregori*, *Tetranychus tumidus*, *Tetranychus urticae*, *Oligonychus peruvianus* y *Oligonychus gossypii* son las especies más comunes (CIAT 1990). En la década de los setenta, *M. tanajoa*, una especie originaria de las Américas, de un género que se ha especializado en alimentación sobre el género de la yuca (*Manihot*), fue introducida accidentalmente al

continente africano, apareciendo primero en Uganda (Nyiira 1972). *M. tanajoa*, conocido como el ácaro verde de la yuca, llegó a todos los países del cinturón yuquero Africano en un espacio de 10 años (Yaninek 1988). La diseminación rápida de esta plaga sobre una área tan vasta se debe al intercambio de material vegetativo de siembra entre agricultores (Yaninek 1988).

El origen exótico del ácaro fue reconocido rápidamente (Nyiira 1972), y la estrategia de control biológico clásico fue empleado por el Commonwealth Institute of Biological Control (Yaseen & Bennett 1978). Los primeros enemigo naturales enviados a Africa para el control de *M. tanajoa* fueron el coleóptero, *Oligota minuta*, y el ácaro fitoseido, *Typhlodromalus (=Amblyseius) limonicus*¹ s.l. (Yaseen & Bennett 1978).

Como se estimó que las pérdidas debidas al efecto combinado del ácaro verde y el piojo harinoso de la yuca, *Phenacoccus manihoti*, también introducido accidentalmente desde las Américas, eran en el orden de 30% (Yaninek & Herren 1988), se justificó un esfuerzo internacional de gran escala para intentar lograr un control eficaz. La campaña internacional

¹ Luego se reconoció que el fitoseido asociado con la yuca conocido como *Typhlodromalus* o *Amblyseius limonicus* s.l. es una especie nueva y en 1993 fue descrito como *Amblyseius manihotae* por Moraes et al. (sometido).

fue encabezada por el International Institute for Tropical Agriculture (IITA) con la colaboración de varias instituciones nacionales e internacionales. Entre ellos se destacan la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con la responsabilidad de buscar enemigos naturales eficaces en las Américas (Moraes *et al.* 1988, Bellotti *et al.* 1987), y la Universidad de Amsterdam con la responsabilidad de realizar la cuarentena de especies candidatas para introducción a Africa.

Se decidió asignar prioridades geográficas para la exploración de enemigos naturales basadas en la homología agrometeorológica entre las Américas y las regiones de Africa afectadas con el ácaro verde (Yaninek & Bellotti 1987, Bellotti *et al.* 1987). Se prepararon mapas de homologías agrometeorológicas basados en la clasificación microregional para el cultivo de la yuca propuesto por Carter (1986). La zona de más alta prioridad era el trópico bajo con estaciones secas de 4 a 6 meses por año, seguido por el trópico bajo semiárido con 7 a 9 meses de sequía. Por ser la zona más extensa en las Américas donde se cultiva la yuca, el trópico bajo húmedo con 0 a 3 meses secos al año también fue incluido en las exploraciones. Un mes seco se definió como un mes con menos de 60 mm de precipitación. Realizamos exploraciones en todos los países de Sur América con zonas yuqueras con estaciones secas o semiáridas, con la excepción de Bolivia.

También cubrimos algunos países centroamericanos y caribeños (Figura 1).

Los enemigos principales de los ácaros fitófagos son los insectos, especialmente algunos coleópteros, las arañas, los hongos entomopatógenos, y otros ácaros de la familia Phytoseiidae. Al principio el enfoque principal fue sobre los fitoseidos, como son conocidos en muchos cultivos como importantes depredadores de los ácaros, pero posteriormente nos dedicamos también al estudio de los patógenos de los ácaros (Alvarez 1990).

Para poder evaluar los fitoseidos hallados en los viajes de exploración, se desarrollaron métodos de cría masal. Primero se empleó una metodología diseñada por McMurtry & Scriven (1965), que consiste en una bandeja con una lámina plástica o acrílica colocada sobre una espuma saturada con agua para evitar el escape de los ácaros. Sobre la lámina se colocan huevos de ácaros fitófagos para alimentar los fitoseidos, y fibras de algodón como sustrato de oviposición. También se podría adicionar polen o gotas de miel de abeja diluida con agua como alimentos alternativos para especies que demuestran un hábito omnívoro. Las bandejas son mantenidas en cabinas con el ambiente controlado (25°C, 70% H.R.).

No se pudo criar todas las especies halladas sobre el sustrato artificial. Al parecer, algunas especies requieren hojas de yuca para un buen crecimiento, entonces, Mesa y Bellotti (1987) desarrollaron una metodología a base de hojas de yuca infestadas con ácaros fitófagos. Ambas metodologías requieren un sistema de cría de ácaros fitófagos que garantiza una fuente permanente de alimento para las colonias de fitoseidos. Para la cría de ácaros fitófagos se emplearon casas de malla y plantas de yuca sembradas en materas e infestadas con *Mononychellus* spp.

Al principio, el propósito de CIAT y EMBRAPA era solamente seleccionar especies promisorias y enviarlas a Africa, pero recientemente hemos trabajado más en los aspectos aplicados de la implementación del control biológico de ácaros en la yuca. Estamos en el proceso de desarrollar métodos de cría que no dependen de infraestructura tecnificada y cara, ni de ambientes estrictamente controlados (Mesa *et al.* en imprenta).

A través de las exploraciones, hallamos más de 40 especies de fitoseidos en la yuca asociadas al complejo de especies de ácaros fitófagos. El número de posibles candidatos para introducción a Africa, junto con la falta de conocimiento sobre la interacción entre las especies depredadoras y sus presas acarinas complicó el proceso de selección de benéficos. Hubo que entrar en una etapa de estudios detallados de la biología y

ecología de las especies encontradas para tratar de entender mejor el nicho ecológico y la utilidad potencial de algunas especies.

Durante esta etapa, que aún continúa, realizamos las tablas de vida de las especies más importantes de ácaros fitófagos y de 22 especies de fitoseidos, comparando su comportamiento con diferentes especies de presas (Mesa *et al.* 1990). Comparamos *Tetranychus urticae*, un ácaro fitófago que forma telaraña, con *M. tanajoa* que no lo hace, porque la habilidad de desplazarse en la telaraña parece ser un factor importante en la evolución de la especialización alimenticia de los fitoseidos (McMurtry 1981). También estudiamos el comportamiento de *T. limonicus s.l.* sobre alimentos no acarinos y el rol de canibalismo en la dieta (CIAT 1990).

Observamos que algunas especies de fitoseidos encontrados en nuestras exploraciones presentaban telitokia, la ausencia de machos, y evaluamos las implicaciones de este fenómeno para el control biológico (CIAT 1989).

Una de las herramientas empleadas para estudiar el grado de especialización alimenticia de una especie de fitoseido es el olfatómetro. Trabajamos un aparato diseñado en la Universidad de Amsterdam que permitió evaluar si una especie de fitoseido podría detectar la presencia de una especie de ácaro

presa a través de los kairomonas emitidas cuando el ácaro fitófago se alimenta (Janssen et al. 1990). También probamos la técnica de electroforesis mediante las isoenzimas de α - y β -esterasa para conocer el contenido estomacal de los fitoseidos, pero la confiabilidad de la técnica para identificar presas acarinas u otros alimentos consumido es limitada cuando se trata de especímenes de campo (CIAT 1992). Posteriormente realizamos estudios directos a nivel de laboratorio para conocer la jerarquía de preferencia para los distintos estados de desarrollo de ácaros fitófagos consumidos por varias especies importantes de fitoseidos (CIAT 1992).

Otro factor que complicó la selección de especies para Africa era el descubrimiento que las especies tienen cepas o razas con comportamientos distintos. Cuéllar (1992) demostró que 16 poblaciones estudiadas de *T. limonicus s.l.* se agrupan en 5 razas distinguibles por su patrón electroforético de α - y β -esterasas.

En los estudios arriba mencionados trabajamos con una sola especie a la vez, pero sabemos que las especies interactúan en el campo (CIAT 1992). Existe un complejo de enemigos naturales del complejo de ácaros tetraníquidos en las Américas que varía entre zonas (CIAT 1990), y algunas de las especies mejor estudiadas demuestran una complementariedad en su

comportamiento que posiblemente contribuye al control natural efectivo de los ácaros fitófagos (CIAT 1992).

Hemos enviado 18 poblaciones de 11 especies a Africa donde han sido multiplicados para su liberación. Se estima que más de 7 millones de especímenes han sido liberados en aproximadamente 500 campos de yuca en más de 10 países. En 1991 se reportó el establecimiento del fitoseido *Neoseiulus idaeus* en Benín y probablemente en Kenya (Yaninek *et al.* 1991). Todavía no se conoce el grado de impacto logrado a través de la introducción.

Un Aporte al Conocimiento de los Acaros Fitófagos y Benéficos en el Cultivo de la Yuca en el Ecuador

Nuestro equipo ha hecho dos viajes de exploración para buscar enemigos naturales de ácaros fitófagos de yuca en el Ecuador. A continuación presentamos los resultados junto con otra información extrapolada de algunos estudios de campo realizados en Colombia.

Biología Básica de Acaros Fitófagos y Benéficos

La tabla de vida de una población refleja unos parámetros de reproducción y de desarrollo (Tabla 1) que determinan su capacidad de crecimiento. Los ácaros fitófagos más comunes en la

yuca en el Ecuador son *T. urticae*, *M. caribbeanae* y *O. peruvianus*. La especie más importante, *M. caribbeanae*, es intermedia es su tasa intrínseca de incremento natural (Tabla 2), en la duración de sus estados inmaduros (Tabla 3) y en su fecundidad (Tabla 4) bajo las condiciones constantes ambientales (25°C, 70% H.R.) utilizadas para realizar este estudio en el laboratorio. Su distribución geográfica sugiere que esta especie es la mejor adaptada de las tres a las condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa de las zonas semiáridas. No se ha realizado estudios de tabla de vida comparando el comportamiento de los ácaros asociados a la yuca bajo condiciones ambientales similares a las que prevalecen en las zonas yuqueras semiáridas.

Las tres especies presentan una relación de sexos sesgada hacia las hembras, pero *M. caribbeanae* se destaca por el sesgo más extremo hacia las hembras (Tabla 4).

Los fitoseidos conocidos de Ecuador con mayor potencial de crecimiento poblacional incluyen *T. limonicus s.l.* (Tabla 5) y *N. idaeus*. *T. limonicus s.l.* es conocida por ser la especie de más amplia distribución en las Américas. *N. idaeus* es la especie más importante en el nordeste Brasileño, la zona yuquera de mayor importancia del continente.

Importancia Económica de los Acaros *Mononychellus* en la Yuca

La importancia económica de *Mononychellus* spp. en la yuca en las Américas depende mucho de la zona agroecológica. En el trópico bajo con 0-3 meses secos, son de poca importancia debido a la combinación de resistencia varietal, enemigos naturales y un clima desfavorable para ellos (Bellotti *et al.* en imprenta). La lluvia es un factor importante de mortalidad (Yaninek *et al.* 1989). En el trópico bajo del continente africano las regiones con estaciones de sequía de 4-6 meses al año son las más afectadas por *M. tanajoa*. Trabajos hechos por Byrne (1980) en zonas homólogas en Colombia demostraron pérdidas (promediadas sobre 8 clones de yuca) en rendimiento total de 47%, una disminución de 20% en el % de raíces comerciales, y una reducción de 42% en material de siembra (Tabla 6). Al parecer, los ácaros no afectan el % de almidón, un factor importante para las agroindustrias que dependen de la yuca para materia prima.

En el trópico bajo semiárido con 7-9 meses secos al año tenemos información limitada. En Colombia la zona semiárida más importante, la Guajira, no es yuquera de alta importancia como la provincia de Manabí en el Ecuador. La información disponible es del nordeste de Brasil donde el problema de ácaros es más grande en áreas semiáridas que en áreas con un período de sequía más corto (CIAT 1990).

Estimamos que el impacto de ácaros plagas de yuca en la zona costera del Ecuador es similar a lo que se estimó para zonas con estaciones secas de 4-6 meses en Colombia, donde el rendimiento de raíces comerciales se redujo de 12.3 a 5.2 t/ha debido al ataque de ácaros. Estudios de impacto a nivel de estación experimental nos dan un concepto preliminar que debe ser validada en ensayos realizados en fincas bajo el manejo de los agricultores.

Impacto de Predadores Fitoseidos de Acaros en la Yuca

Hemos hecho una serie de investigaciones usando pesticidas específicos que eliminan los fitoseidos con el mínimo de efecto sobre los ácaros fitófagos (Braun *et al.* 1987). Hemos observado una diferencia de 30-50% en rendimiento entre parcelas con y sin fitoseidos. El dato de 30% refiere al control de *M. tana-joa* principalmente por el fitoseido *T. limonicus s.l.* (Braun *et al.* 1989, Herrera *et al.* en imprenta), y el 50% refiere al control de *M. caribbeanae* principalmente por *N. idaeus* (Herrera *et al.* en imprenta). Entre más intenso el ataque de ácaros, más grande es el efecto protector de los enemigos naturales (Figura 2).

Exploraciones para Enemigos Naturales de Acaros Plagas en Ecuador

Muestreamos 160 campos de yuca en tres agroecosistemas (Figura 3) y hallamos siete especies de ácaros fitófagos y 19 especies de benéficos, con la mayor diversidad de benéficos en las ecosistemas subhúmedos (Tabla 7, Figura 4). En el Ecuador *M. tanajoa* no está reportada, y la especie más común es *M. caribbeanae* (Figura 5). Hacia el sur de Ecuador, *M. caribbeanae* es menos frecuente que *M. mcgregori*, una especie asociada con valles interandinos y la región amazónica (Guerrero *et al.* sometido). Es interesante mencionar que en el Perú, la única especie de *Mononychellus* conocida es *M. mcgregori* (Guerrero *et al.* sometido).

En Ecuador encontramos ácaros fitófagos en la yuca en zonas con 500 mm de precipitación al año hasta zonas con más de 2000 mm, pero de las especies de mayor importancia, *M. caribbeanae*, presenta la distribución más sesgada hacia zonas secas (Figura 6), siguiendo el mismo patrón encontrado en todos los países donde hemos encontrado esta especie (Guerrero *et al.* sometido).

Tal vez, el resultado más interesante de las exploraciones realizadas en Ecuador es sobre el complejo de fitoseidos en zonas semiáridas. Hallamos 14 especies (Tabla 7), indicando la



mayor diversidad para esta zona en las Américas. En Colombia se conocen *N. idaeus*, *T. limonicus s.l.*, *E. concordis*, *G. annectans* y *G. helveolus* y en Brasil *N. idaeus* (CIAT 1990). La especie más importante en la principal zona semiárida de Colombia, la Guajira, es *N. idaeus*, que ocurre en asociación con *M. caribbeanae*. En Ecuador hallamos *N. idaeus* en un sólo campo.

La especie de Phytoseiidae más común en todas las zonas yuqueras de América es *T. limonicus s.l.* (Figura 4). En Ecuador encontramos *T. limonicus s.l.* a través de un rango amplio de condiciones ambientales, desde lugares con casi 8 meses de sequía (Figura 7) con alrededor de 600 mm de precipitación anual hasta lugares con dos meses secos y más de 2.500 mm de precipitación (Figura 8). La humedad relativa promedio en campos donde hallamos *T. limonicus s.l.* varía entre 50 y 95% con un promedio de 72.5%, aunque la mayoría de los campos presentaron humedades relativas entre 64 y 81% (Figura 9). Esto indica que probablemente existen razas de esta especie en Ecuador distintas a las de Colombia y Brasil. Parece que *T. limonicus s.l.* ha extendido su rango ecológico en Ecuador para comprender zonas más secas y que ha logrado adaptarse a usar *M. caribbeanae* como presa.

La tercera especie de interés especial es *T. tenuiscutus* Moraes *et al.* (sometido) lo considera como miembro de un

complejo de especies de filogenia común que incluye además *T. limonicus s.l.* Hemos encontrado *T. tenuiscutus* en sólo 8 lugares en Colombia (4 estacionalmente secos, 4 húmedos), mientras que en Ecuador, ha sido colectado en 19 yucales en zonas húmedas o estacionalmente secas y en 21 campos semiáridos. Consideramos que *T. limonicus s.l.* es una especie clave en el control biológico de *Mononychellus* y creemos que *T. tenuiscutus* tiene un comportamiento similar, pero que puede ser mejor adaptado a condiciones secas y es más fácil de criar (Mesa *et al.* en imprenta).

En Colombia hemos observado la presencia de complejos regionales en la fauna benéfica asociada con los ácaros Tetranychidae (CIAT 1990). A pesar de diferencias locales en el complejo, algunas especies casi siempre están presentes. Algo similar ocurre en Ecuador. Unas especies como *Euseius* *ho*, *T. tenuiscutus* y *T. limonicus s.l.* son casi universales (Figura 4). Otras especies como *T. rapax* y *Galendromus helveolus* son más localizadas en su distribución. Es interesante que las especies encontradas en Ecuador se distribuyan sobre gradientes ecológicos de precipitación, humedad relativa e intensidad de la estación seca, con algunas especies como *E. concordis* y *Typhlodromips dentilis* presentándose en los ambientes más severos y otras como *Amblyseius aerialis*, *T. tenuiscutus* y *T. limonicus s.l.* asociadas con ambientes menos estresantes (Figura 10).

Interacción de Resistencia Varietal y Control Biológico

La resistencia varietal es una medida efectiva en el control de Tetranychidae en el cultivo de la yuca. En un ambiente con 6 meses de sequía y 946 mm precipitación/año en Colombia hubo una diferencia de 73% entre parcelas protegidas y parcelas con una infestación natural de *M. caribbeanae* sembradas con clones susceptibles, mientras que en las parcelas de materiales resistentes, la diferencia en rendimiento entre parcelas infestadas y protegidas no fue significativa (Tabla 8). La resistencia varietal permite evitar o disminuir pérdidas en biomasa total, material de siembra, y en el % de raíces comerciales bajo condiciones de ataque de ácaros (Tabla 8). Un importante parámetro de cosecha que no parece ser afectado por el ataque de ácaros era la calidad de la yuca, reflejada en el % de almidón (Tabla 8).

El acarólogo Brasileño, Carlos Flechtmann ha hecho un video para ilustrar el proceso de alimentación de los ácaros Phytoseiidae. Ellos insertan sus estiletes en el estómago de la presa, y chupan los líquidos. Esto causa la muerte del fitófago. Cuando la presa es un ácaro fitófago alimentándose de una planta de yuca, el alimento del ácaro Phytoseiidae es el fluido de la planta ingerido por su presa mezclado con las enzimas de digestión. Entonces, no es sorprendente que la resistencia varietal pueda tener un efecto fuerte sobre los

ácaros fitoseidos. Hemos encontrado que algunos clones de yuca son favorables para los fitoseidos, mientras que otros, a pesar de ser resistentes a los ácaros, son desfavorables para los fitoseidos (Braun *et al.* 1988). Este fenómeno es algo para tomar en cuenta en un programa de mejoramiento de yuca si uno de los blancos es el control de los ácaros.

Efecto de Microhabitat sobre los Acaros Phytoseiidae

Los ácaros fitófagos asociados a la yuca son más tolerantes a humedades relativas bajas que sus predadores Phytoseiidae (Bakker *et al.* sometido). Esta diferencia hace que el microhabitat tenga un rol importante en definir la capacidad de daño de un ataque de ácaros. Un trabajo realizado en la costa norte de Colombia por CIAT (1992) demostró que las poblaciones de ácaros plaga y benéficos son afectadas por la densidad de siembra y las características morfológicas del clon sembrado. En todos los clones estudiados, los benéficos alcanzaron sus poblaciones máximas a la densidad intermedia (10.000 plantas por ha.). El efecto de clon sobre el número de fitoseidos-día por hoja no fue significativo. Los fitófagos fueron favorecidos por la menor densidad de siembra en todos los clones, y el efecto de densidad fue significativo ($P \leq 0.05$) en MMal 2, el clon de mayor área foliar (Figura 11). El estudio sugiere que prácticas que aumentan la humedad dentro del cultivo como aumentar la densidad de siembra (Figura 11), dejar

una cobertura sobre el suelo, dejar las malezas después del período de establecimiento del cultivo y usar materiales con buen área foliar y buena retención de hojas ayudan a proporcionar un microhabitat favorable para los Phytoseiidae. Además, existe la posibilidad de manipular el microambiente a través de la creación de refugios: áreas dentro del cultivo que proporcionan un microclima favorable para los fitoseidos. Algunos ejemplos son:

1. sembrar parches de alta densidad dentro del cultivo
2. intercalar un clon de alta área foliar y buena retención de follaje con la variedad preferida de la zona
3. dejar árboles u otras fuentes de sombra dentro del campo.

Los refugios pueden servir como fuentes de fitoseidos que pueden ser trasladados a otras partes del lote para aumentar la población general de benéficos.

Investigación Participativa y Capacitación para los Agricultores

En algunas zonas de las Américas, la demanda para la yuca como materia prima para agroindustrias rurales ha crecido con la apertura de mercados nuevos para almidón y trozos de yuca seca

destinados a la producción de concentrados para pollos, ganado, o camarones. Mientras que los mercados para estos productos no se saturen, los aumentos en producción significan mayores ingresos para los agricultores. La apertura de mercados para la yuca hace que los agricultores tengan más interés en tecnología de producción. Sin embargo, sus conceptos sobre la importancia relativa de los distintos factores bióticos y abióticos que limitan la producción no siempre concuerdan con los conceptos de los investigadores agrícolas. Los agricultores difícilmente dan importancia a limitantes bióticos o abióticos que son difíciles de observar (Bentley 1989). En Colombia hemos notado que los agricultores frecuentemente desconocen los ácaros, por ejemplo. El daño causado por los ácaros muchas veces se atribuye a la sequía. La importancia de los fitoseidos no es reconocida porque son difíciles de observar, y aunque los agricultores saben que algunas hormigas y avispas son depredadores, no saben que toda clase de insectos tienen enemigos naturales (Bentley, 1989). Si los agricultores no creen que existe un problema en la producción, no se motivan para probar nuevas tecnologías de control. Si desconocen los procesos naturales que fundamentan una tecnología como el control biológico, no tienen porqué confiar en su eficacia. Todo esto hace difícil que los agricultores adopten tecnologías mejoradas desarrolladas sin tomar las necesidades y creencias de ellos en cuenta.

Hemos mencionado el control biológico clásico, la resistencia varietal y la manipulación del habitat como herramientas importantes para el control de ácaros en la yuca. La aceptación de variedades mejoradas depende de tomar en cuenta los criterios de los agricultores en el proceso de mejoramiento a través de un proceso participativo de investigación (Ashby *et al.* 1987). El éxito de técnicas de manipulación del habitat y otras medidas de control biológico, como liberaciones inundativas o inoculativas, también dependen de establecer un proceso participativo que permite ajustarlas a las necesidades de los agricultores. Además, para agilizar el proceso de investigación, es importante contar con la participación de agricultores capacitados para:

1. reconocer y evaluar la importancia de especies que tengan el potencial de ser plagas
2. reconocer sus enemigos naturales y
3. realizar un manejo adecuado de las prácticas de control apropiadas.

El programa de control biológico clásico en Africa contra el ácaro verde de la yuca fue planeado suponiendo que no era necesario involucrar la colaboración masiva de agricultores. El ácaro se había convertido en plaga en Africa por estar libre

de los enemigos naturales que lo limitan en su continente de origen. Al comienzo, se pensaba que se podría introducir enemigos naturales desde Sur América a través de los esfuerzos de los programas agrícolas nacionales, contando en la capacidad natural de diseminación de los enemigos naturales una vez establecidas algunas especies. Se introdujeron 18 poblaciones de 11 especies en el espacio de seis años, antes de lograr el establecimiento de *N. idaeus* en Benín (Yaninek et al. 1993). El impacto que ha tenido esta especie exótica es todavía desconocido.

Ensayos realizados en Colombia con el fin de multiplicar especies exóticas a nivel de campo han demostrado que se logra un período de adaptación a las condiciones de campo para poblaciones de fitoseidos criados en el laboratorio a través de liberaciones hechas en un ambiente que proporciona plantas infestadas con la presa, humedad y sombrero (CIAT 1992). Esto sugiere que la manipulación del habitat puede tener importancia para establecer de especies exóticas, tanto como para aumentar el nivel de control que ejercen poblaciones nativas de fitoseidos.

Tabla 1. Parámetros de tabla de vida

Parámetro	Definición
Ro	<u>Tasa Reproductiva Neta:</u> El número de hijas que reemplazan una madre.
rm	<u>Tasa Intrínseca de Incremento Natural:</u> Tasa (%) de crecimiento por unidad de tiempo.
λ	<u>Tasa Finita de Multiplicación:</u> El número de individuos que se agrega a la población por individuo y por unidad de tiempo.
T	<u>Tiempo Generacional:</u> Tiempo promedio entre el nacimiento de una madre y el nacimiento de su hija.
TD	<u>Tiempo de Duplicación:</u> El tiempo necesario para que la población se duplique.

Tabla 2. Tabla de vida de Tetranychidae asociados al cultivo de la yuca a 25°C, 70% H.R.

	Ro	r _m	T	λ	TD
<i>T. urticae</i>	51.8	0.24	16.3	1.27	2.87
<i>M. caribbeanae</i>	12.9	0.16	15.9	1.17	4.31
<i>O. peruvianus</i>	6.5	0.10	17.9	1.11	6.61

Tabla 3. Desarrollo de hembras de Tetranychidae asociados al cultivo de la yuca a 25°C, 70% H.R.

Etapa	Duración en horas		
	<i>T. urticae</i>	<i>M. caribbeanae</i>	<i>O. peruvianus</i>
Huevo	107	120	129
Larva	27	26	32
Protocrisálida	23	28	25
Deutocrisálida	14	24	26
Deutoninfa	21	27	44
Teliocrisálida	24	24	25
Adulto	232	276	318

Tabla 4. Periodos reproductivos y fecundidad de Tetranychidae asociados al cultivo de la yuca a 25°C, 70% H.R.

	<i>T. urticae</i>	<i>M. caribbeanae</i>	<i>O. peruvianus</i>
Promedio total de huevos/hembra	9.2	14.9	15.4
Preoviposición*	1.1	1.5	1.1
Oviposición*	10.2	4.6	6.2
Primera reproducción*	10.8	13.0	14.3
Longevidad*	12.9	6.9	9.0
Relación de sexos ♂/♀	0.82	0.98	0.85

* Días

Tabla 5. Tabla de vida de Phytoseiidae asociados con acaros en el cultivo de la yuca en Ecuador a 25°C, 70% H.R.

Especie	R_0	T	r_m	λ	TD
<i>N. anonymus</i>	2.9	12.1	0.09	1.09	7.9
<i>A. herbicolus</i>	4.2	15.8	0.09	1.09	7.7
<i>P. cannaensis</i>	6.9	17.1	0.11	1.12	6.1
<i>E. concordis</i>	7.0	17.7	0.11	1.12	6.3
<i>T. rapax</i>	12.1	15.9	0.16	1.17	4.4
<i>G. helveolus</i>	8.3	13.3	0.16	1.17	4.3
<i>P. macropilis</i>	45.2	19.8	0.19	1.21	3.6
<i>G. annectens</i>	19.2	14.3	0.21	1.22	3.4
<i>T. limonicus</i> ^a	19.4	14.2	0.21	1.23	3.3
<i>N. californicus</i>	35.9	15.7	0.23	1.26	3.0
<i>N. idaeus</i>	18.2	11.3	0.26	1.29	2.7

^a s.l.

Tabla 6. Impacto de *Mononychellus caribbeanae* sobre la yuca en un ambiente con 6 meses de sequía y 946mm de precipitación/año.

Variable	Tratamiento		Diferencia (%)
	Protegido	Infestado	
Rendimiento (t/ha)	15.6	8.3	-47 **
Biomasa total (t/ha)	28.3	18.4	-35 ***
Raíces comerciales (%)	79	63	-19 **
Material de siembra (estacas/planta)	3.38	1.93	-42 *
% Almidón	30.2	29.7	-2 ns

* P = 0.05

** P = 0.01

*** P = 0.001

(Adaptado de Byrne 1980)

Tabla 7. Exploración para enemigos naturales de ácaros plagas de yuca en zonas del trópico bajo de Ecuador.

Zona ecológica	No. campos	No. especies	
		Fitófagos	Benéficos
Húmedo (0-3 MS/A)	29	4	8
Estaciones secas (4-6 MS/A)	37	3	15
Semiárido (7-9 MS/A)	93	6	14
Arido	1	1	0
Total	160	7^a	19^a

^a Se encuentran algunas especies en más de una zona ecológica.

Tabla 8. Efecto de resistencia varietal de la yuca sobre el ataque de *Mononychellus caribbeanae* en un ambiente con 6 meses de sequía y 946mm de precipitación/año.

Variable	Diferencia (%) ^a	
	Resistente	Susceptible
Rendimiento total	-16 ns	-73 *
Biomasa total	-9 ns	-64 *
Raíces comerciales (%)	-19 *	-67 *
Material de siembra	-6 ns	-45 *
% Almidón	-4 ns	1 ns

^a Diferencia calculada entre parcelas protegidas e infestadas sobre 4 clones susceptibles y 4 resistentes.

* P = 0.05

(Byrne 1980)

Recomendaciones

Una de las regiones yuqueras principales de Ecuador, Manabí, está ubicada en una zona estacionalmente seca a semiárida. Las características climáticas de la zona son favorables para los ácaros Tetranychidae asociados con la yuca. A pesar de tener una fauna benéfica diversa, se han reportado ataques severos de ácaros en los últimos años (Valarezo com. pers.). Extrapolando de resultados obtenidos en una zona homóloga de Colombia, las pérdidas pueden ser del orden de 20% en clones resistentes y de 70% en material susceptible. El primer paso hacia una solución debe ser medir el impacto de los ácaros en la yuca en zonas afectadas, trabajando en colaboración con agricultores para determinar si existen pérdidas a nivel de finca. Si las pérdidas son significativas, se podría montar una campaña educativa para familiarizar los agricultores con la plaga, sus enemigos naturales y alternativas de control como las prácticas culturales y la resistencia varietal. La presencia de una fauna diversa de benéficos en una zona donde reportan ataques severos sugiere que los benéficos no están cumpliendo su potencial como agentes de control. Recomendamos estudiar la posibilidad de aumentar el efecto de los benéficos a través de prácticas culturales que les proporcionan condiciones ambientales favorables y evaluar la eficacia de las posibles alternativas de control a través de un proceso de investigación participativa que involucre al agricultor.

Agradecimiento

El arte final de los mapas se debe al talento de Alcira Arias,
Artes Gráficas, CIAT.

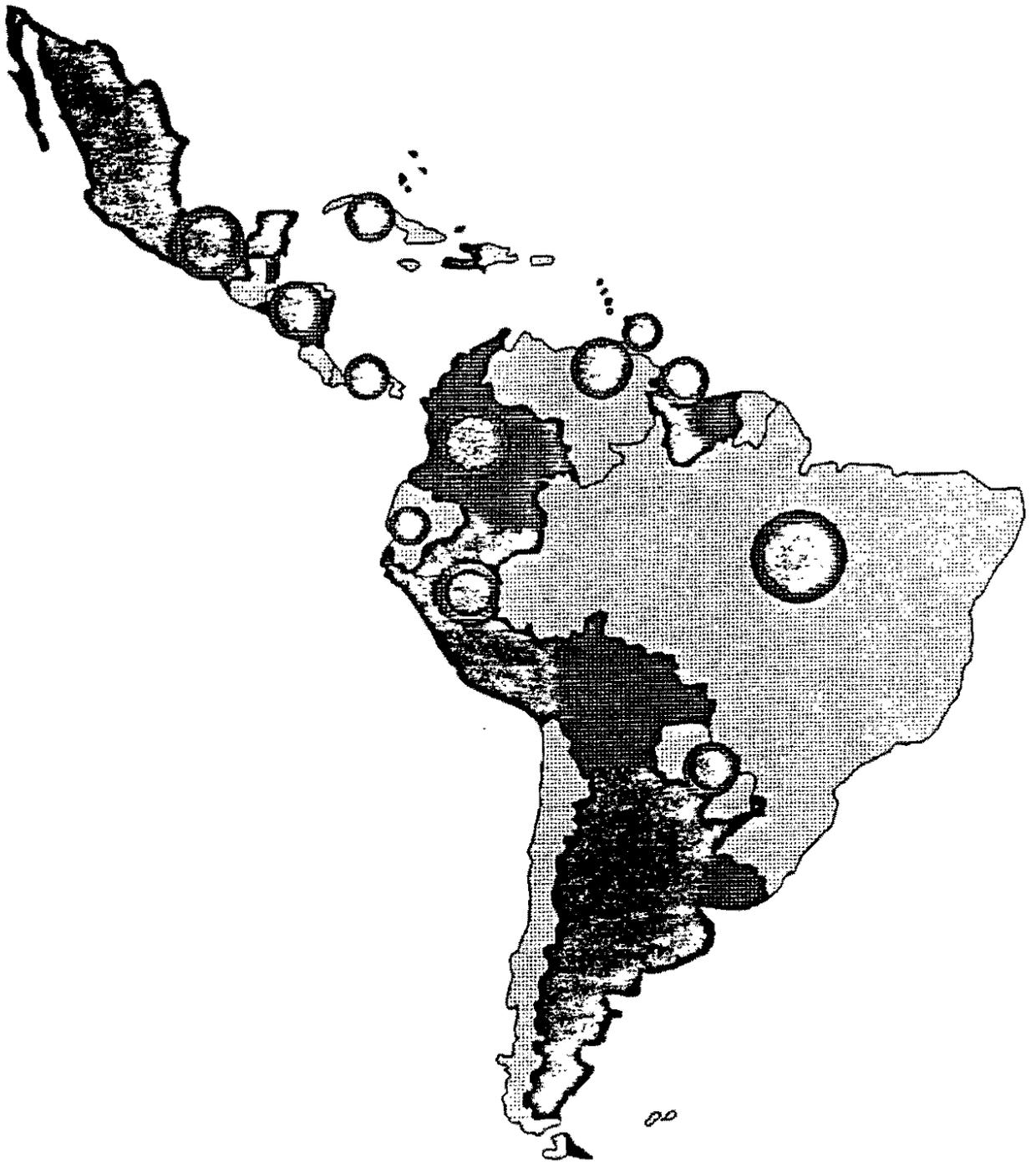


Figura 1. Países visitados en exploraciones de búsqueda para enemigos naturales de *Mononychellus* spp. en el cultivo de la yuca en las Américas.

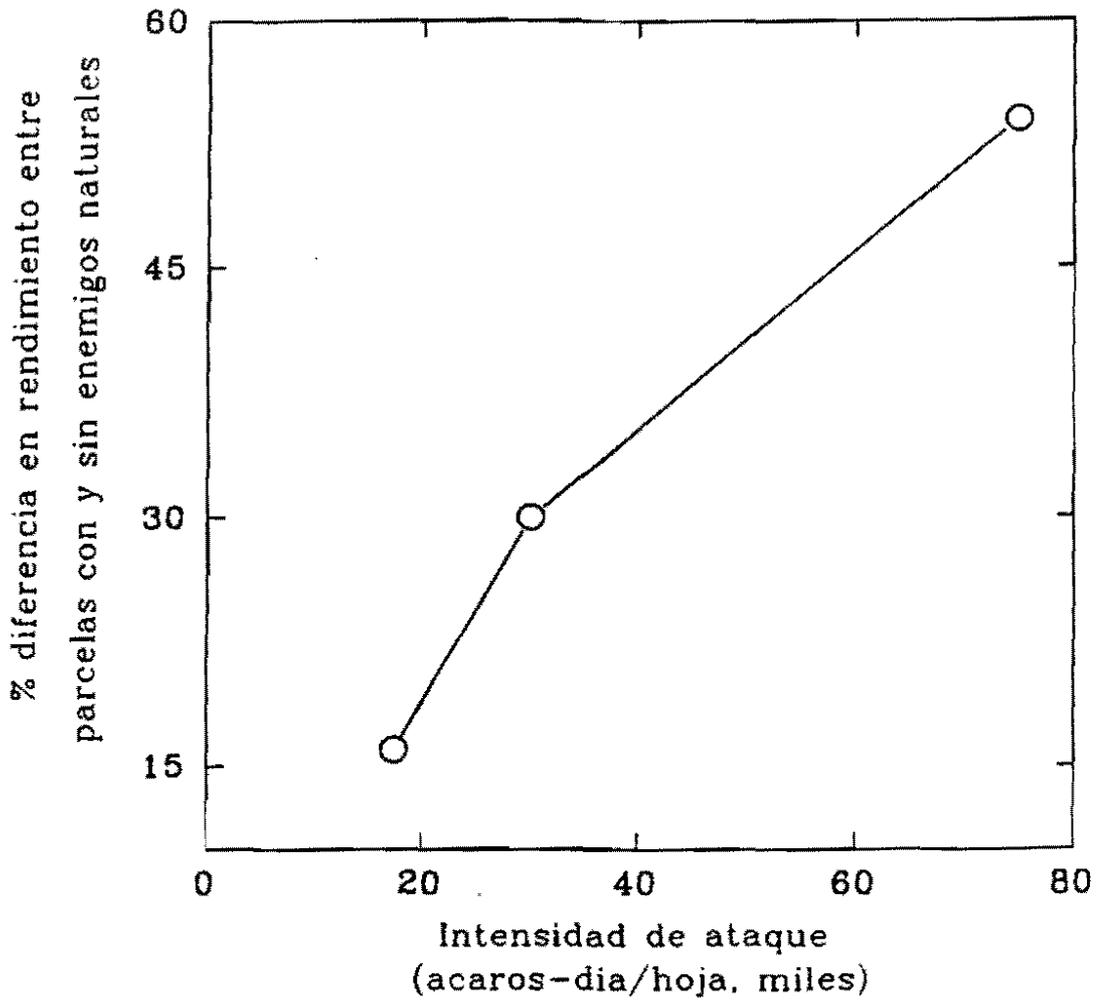


Figura 2. Impacto de enemigos naturales (Phytoseiidae) sobre ácaros tetranychidos, plagas de la yuca, a diferentes intensidades de ataque.

Escala 1:4'200.000 approx

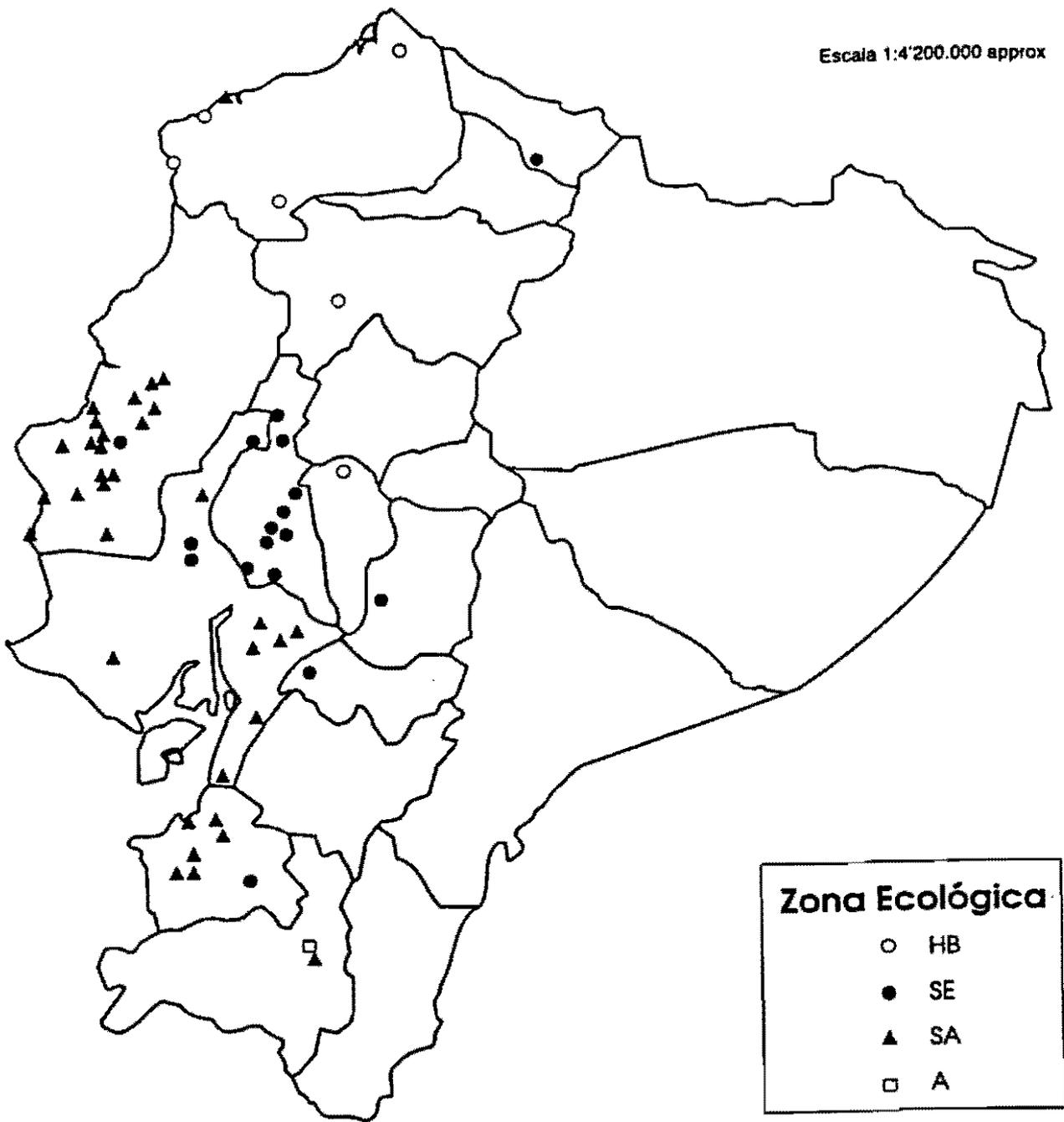


Figura 3. Campos de yuca muestreados en exploraciones de búsqueda para enemigos naturales de *Mononychellus* spp. en Ecuador. (HB = húmedo, bajo; SE = sequía estacional; SA = semiárido; A = árido).

Escala 1:4'200.000 approx

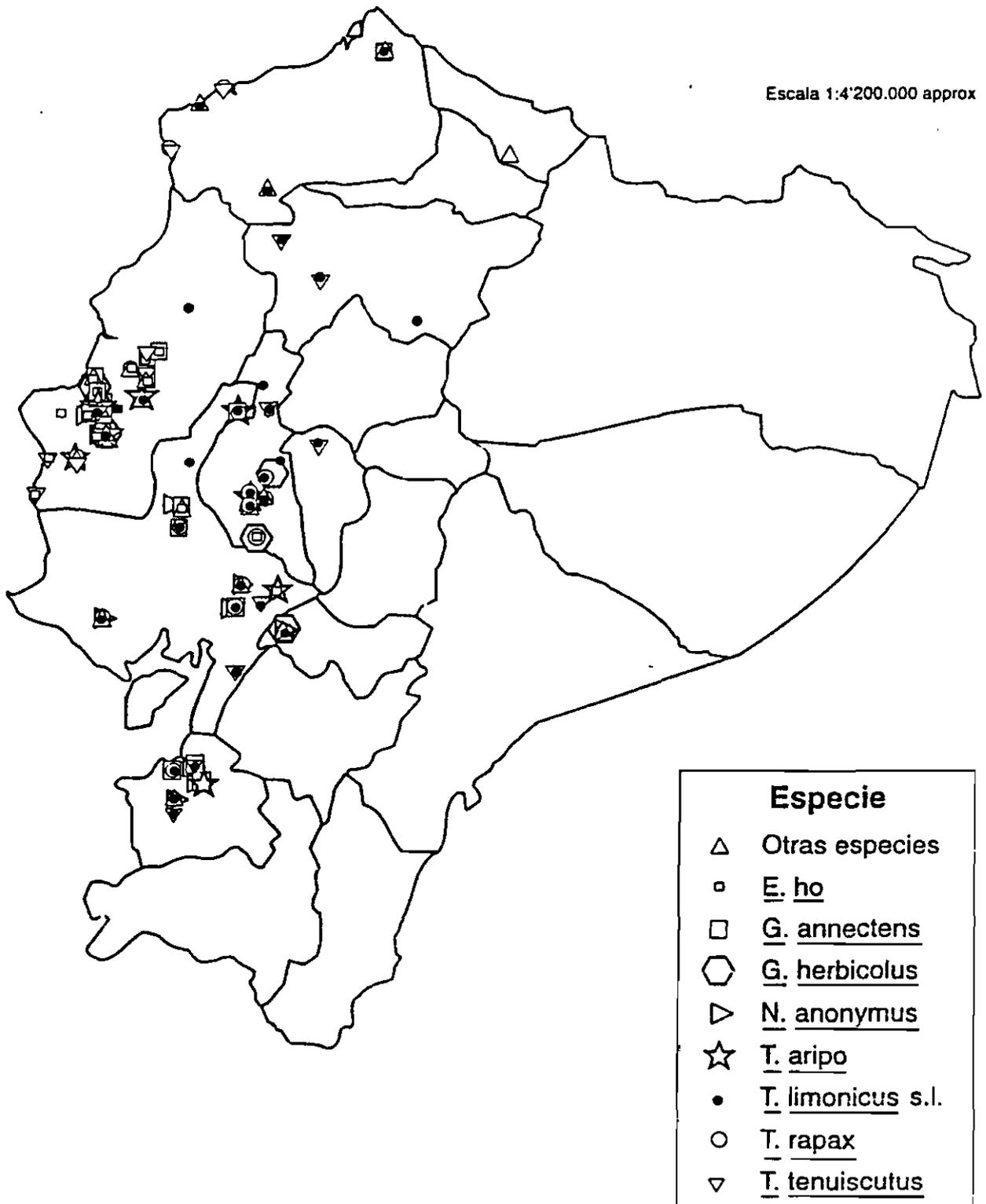


Figura 4. Especies de ácaros depredadores (Phytoseiidae) halladas en el cultivo de la yuca en Ecuador.

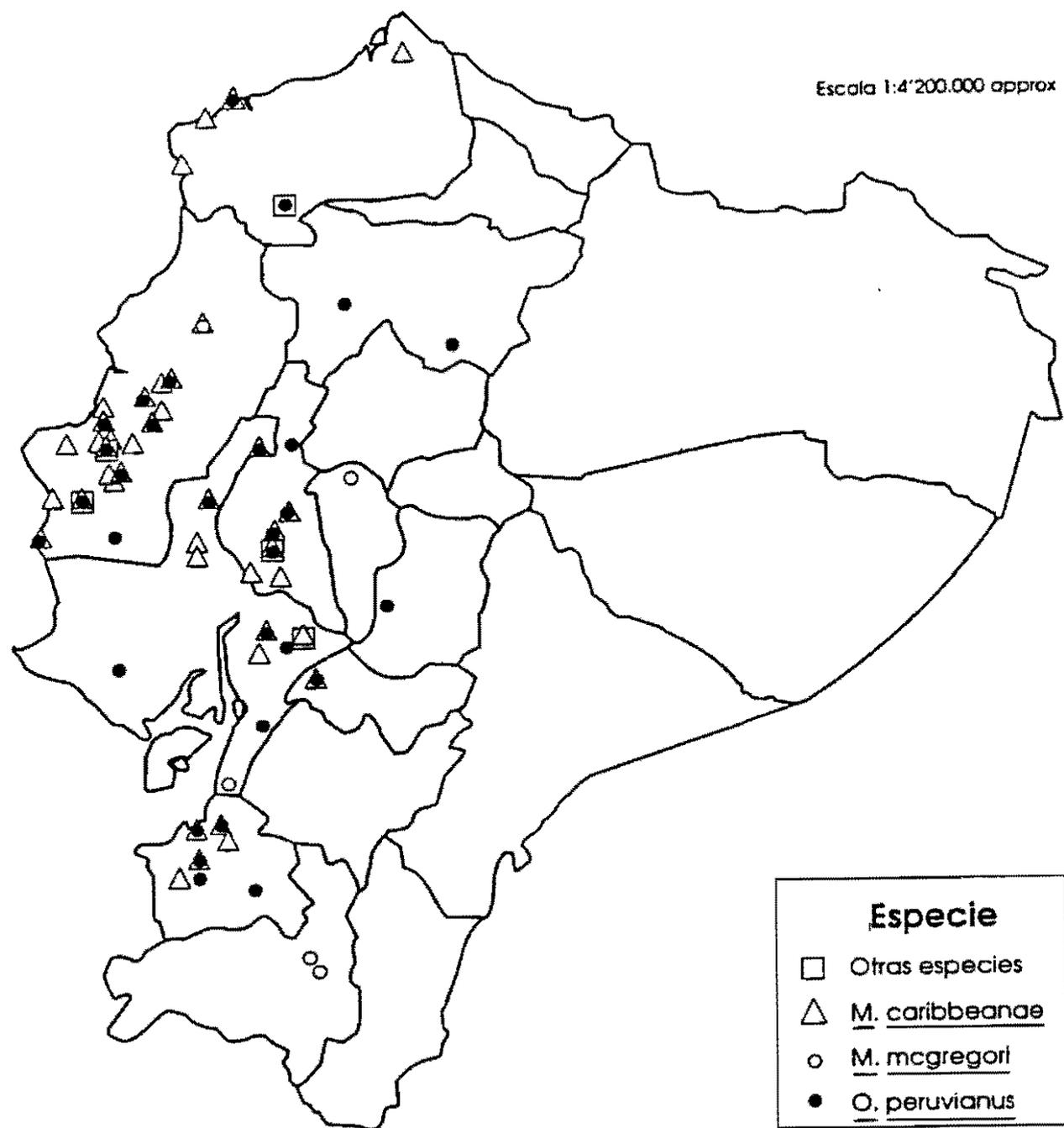


Figura 5. Especies de ácaros fitófagos halladas en el cultivo de la yuca en Ecuador.

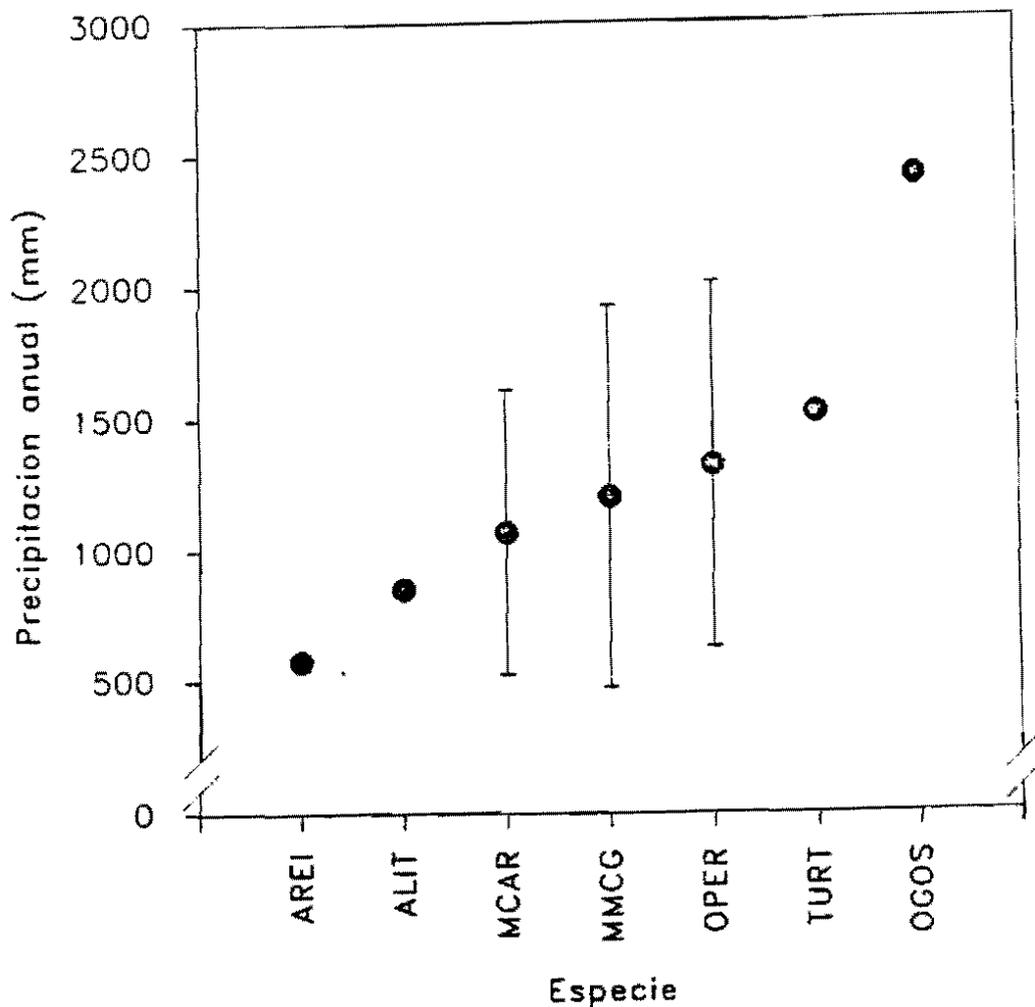


Figura 6. El promedio de precipitación anual \pm 1 D.S. de los campos en Ecuador donde se hallaron especies de ácaros fitófagos en yuca. (AREI = *Allonychus reisi*, n = 1; ALIT = *A. littoralis*, n = 1; MCAR = *Mononychellus caribbeanae*, n = 71; MMCG = *M. Mcgregori*, n = 13; OPER = *Oligonychus peruvianus*, n = 41; TURT = *Tetranychus urticae*, n = 1; OGOS = *O. gossypii*, n = 1).

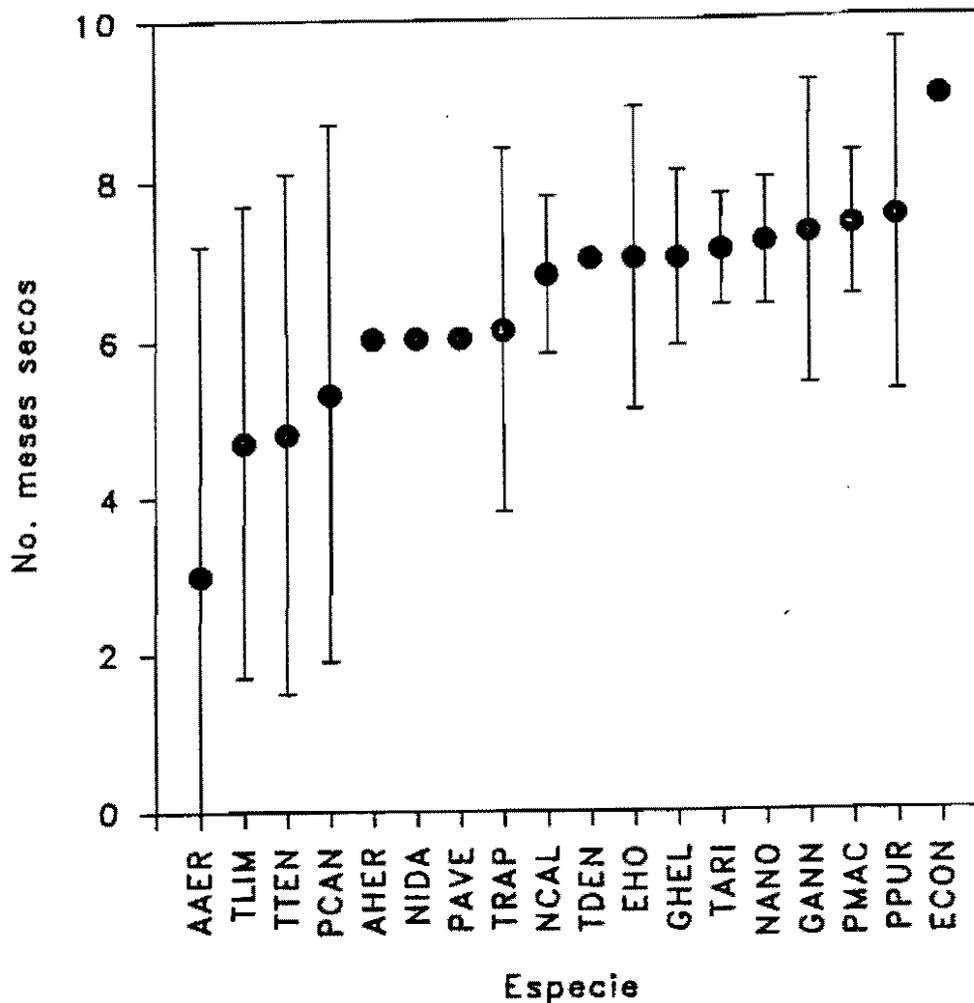


Figura 7. El número promedio de meses secos ± 1 D.S. de los campos en Ecuador donde se hallaron especies de ácaros depredadores en yuca. (RLOX = *Ricoseius loxocheles*, n = 2; AAER = *Amblyseius aerialis*, n = 2; TLIM = *Typhlodromalus limonicus s.l.* n = 63; TTEN = *T. tenuiscutus*, n = 40; PPUR = *Phytoseius pursglovei*, n = 3; AHER = *A. herbicolus*, n = 1; PCAN = *Proprioseiopsis cannaensis*, n = 6; NIDA = *Neoseiulus idaeus*, n = 1; TRAP = *T. rapax*, n = 19; NCAL = *N. californicus*, n = 4; EHO = *Euseius ho*, n = 37; GHEL = *Galendromus helveolus*, n = 9; TDEN = *Typhlodromips dentilis*, n = 1; TARI = *Typhlodromalus aripo*, n = 10; NANO = *N. anonymus*, n = 16; GANN = *G. annectens*, n = 20; PAVE = *Phytoseius averrhoae*, n = 1; PMAC = *Phytoseiulus macropilis*, n = 5; ECON = *E. concordis*, n = 1).

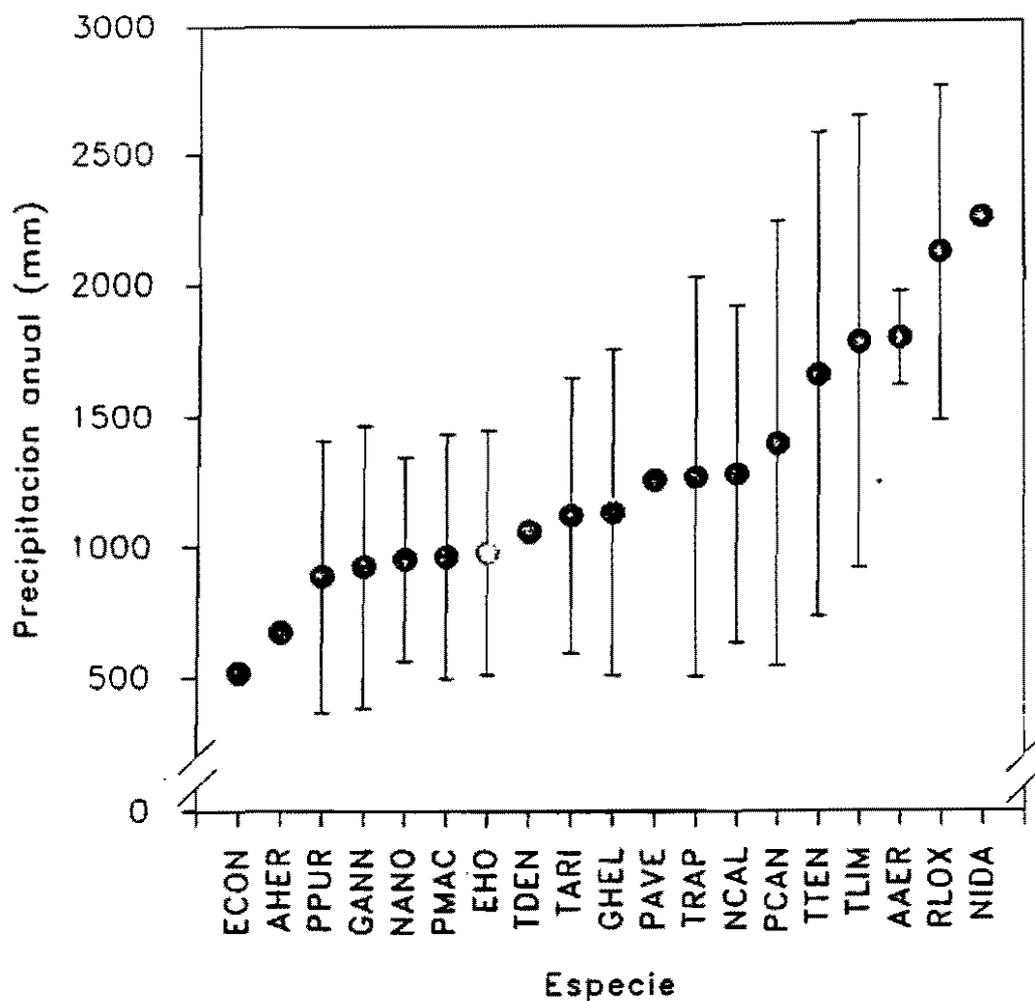


Figura 8. El promedio de precipitación anual \pm 1 D.S. de los campos en Ecuador donde se hallaron especies de ácaros depredadores en yuca. (Ver leyenda Figura 8 para nombres científicos completos y el número de campos en que fueron encontrados).

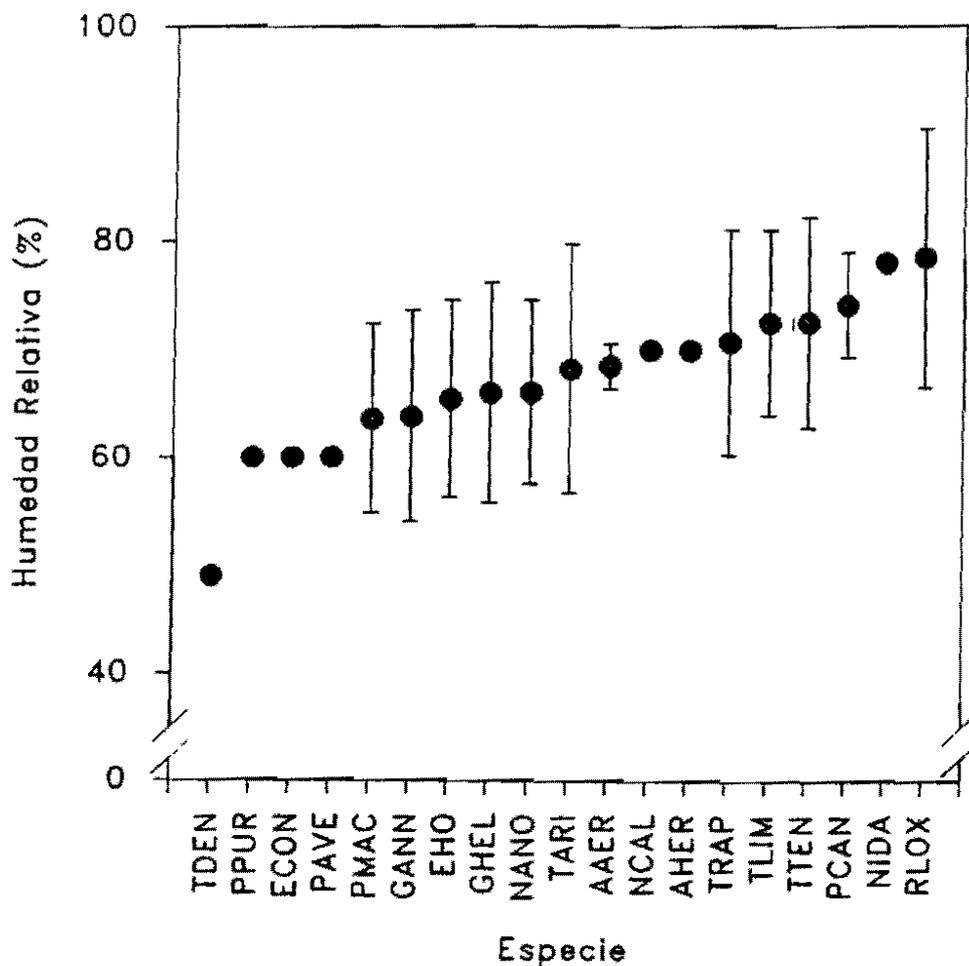


Figura 9. El promedio de humedad relativa \pm 1 D.S. de los campos en Ecuador donde se hallaron especies de ácaros depredadores en yuca. (Ver leyenda Figura 8 para nombres científicos completos y el número de campos en que fueron encontrados).

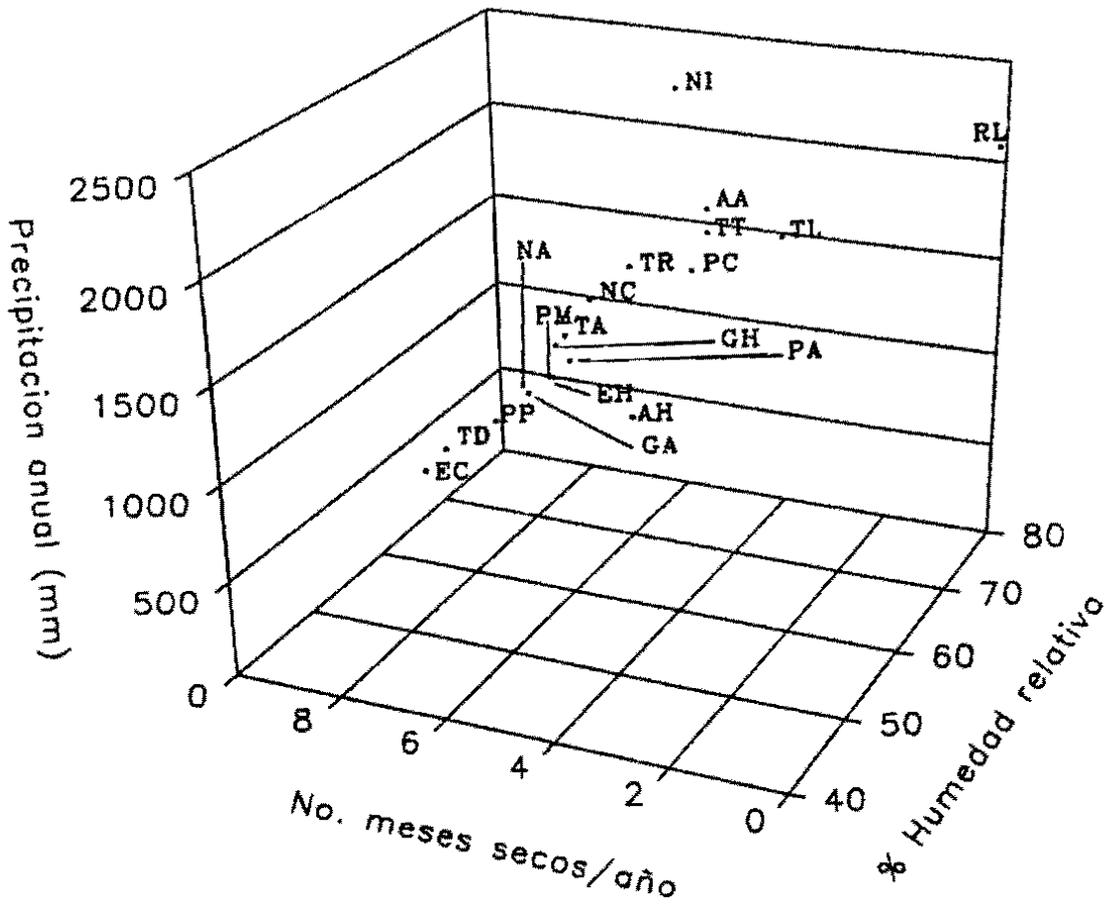


Figura 10. Separación de especies de Phytoseiidae sobre gradientes ecológicos de precipitación promedio anual, no. promedio de meses secos/año y % humedad relativa promedio. (Ver Figura 7 para nombres científicos. Las letras corresponden a las primeras 2 letras de las abreviaciones de Figura 7).

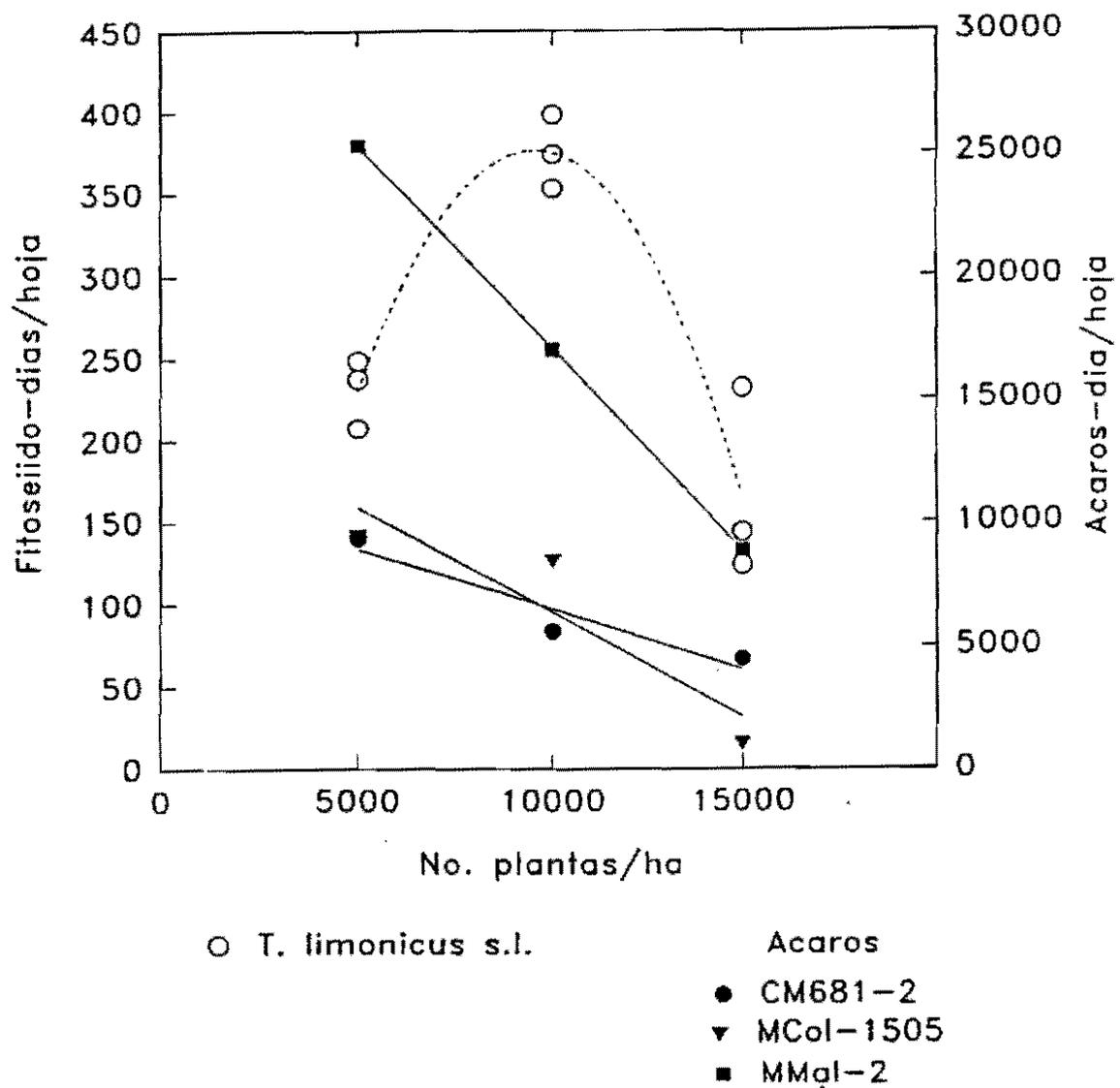


Figura 11. Efecto de densidad de siembra y clon de yuca sobre la población acumulada de ácaros fitófagos y benéficos (fitoseidos).

Resumen

Como parte de una campaña internacional de control biológico clásico contra el ácaro verde (*Mononychellus tanajoa*), plaga exótica en el cultivo de la yuca en el continente Africano, se realizaron viajes de exploración en Sur y Centro América, el continente de su origen, en búsqueda de sus enemigos naturales. Las exploraciones fueron organizadas según prioridades basadas en homologías agrometeorológicas entre las Américas y las regiones de Africa afectadas. Regiones del trópico bajo con estaciones secas de 4-6 meses y zonas semiáridas con 7-9 meses de sequía recibieron prioridad en la búsqueda. En Ecuador se visitaron 160 campos de yuca en tres zonas agroecológicas y se encontró la mayor diversidad de ácaros depredadores (Phytoseiidae) fuera de Colombia. Diez y nueve especies fueron halladas asociadas con siete especies de ácaros fitófagos, predominando entre ellas *M. caribbeanae*. Las zonas semiáridas de la costa Ecuatoriana arrojaron 14 especies, una diversidad extraordinaria para una región con condiciones generalmente adversas para este grupo de benéficos.

Además de los resultados de las exploraciones en Ecuador, se extrapolan datos de impacto de ácaros fitófagos obtenidos en regiones homólogas a las condiciones de Ecuador y se discuten algunas estrategias de control biológico y la resistencia varietal como alternativas de control.

Bibliografía

- Alvarez, J.M. 1990. Estudios de patogenicidad de un hongo asociado a *Mononychellus tanajoa* (Bondar) y *Tetranychus urticae* (Koch) ácaros plaga de la yuca. Tesis de Grado. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía, Bogotá, Colombia.
- Ashby, J.A.; Quiros, C.A. and Rivera, Y.M. 1987. Farmer participation in on-farm varietal trials. Overseas Development Institute, London. Agricultural Administration (Research and Extension) Network. Discussion Paper 22.
- Bakker, F.M.; Klein, M.; Mesa, N.C. and Braun, A.R. Drought tolerance of phytophagous mites and their phytoseiid predators on cassava. (sometido).
- Bellotti, A.C.; Mesa, N.C.; Serrano, M.S.; Guerrero, J.M. and Herrera, C.J. 1987. Taxonomic inventory and survey activity for natural enemies of Cassava Green Mite in the Americas. *Insect Sci. Appl.* 8:845-849.
- Bellotti, A.C.; Braun, A.R.; Vargas, O.; Arias, B.; Castillo, J.A. and Guerrero, J.M. Origin and management of neotropical cassava pests. *Fla. Entomol.* (en imprenta).

- Bellotti, A.C.; Cardona, C. and Lapointe, S.L. 1990. Trends in pesticide use in Colombia and Brazil. *J. Agric. Entomol.* 7(3):191-201.
- Bentley, J.W. 1989. What farmers don't know can't help them: the strengths and weaknesses of indigenous technical knowledge in Honduras. *Agric. Hum. Val.* 6(3):25-31.
- Braun, A.R.; Mesa, N.C. and Bellotti, A.C. 1988. Life table analysis of tritrophic interactions: Cassava, *Mononychellus progresivus*, and *Typhlodromalus limonicus*. Proceedings Brighton Crop Protection Conference. Nov. 1988. Brighton, England. pp. 1131-1135.
- Braun, A.R.; Guerrero, J.M.; Bellotti, A.C. and Wilson, L.T. 1987. Relative toxicity of permethrin to *Mononychellus progresivus* Doreste and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and their predators *Amblyseius limonicus* Garman and McGregor (Acari: Phytoseiidae) and *Oligota minuta* Cameron (Coleoptera: Staphylinidae): bioassays and field validation. *Environ. Entomol.* 16:545-550.
- Braun, A.R.; Bellotti, A.C.; Guerrero, J.M. and Wilson, L.T. 1989. Effect of predator exclusion on cassava infested with *tetranychid mites* (Acari: Tetranychidae). *Environ. Entomol.* 18(4):711-714.

- Byrne, D.H. 1980. Studies of resistance to the mites *Mononychel-
lus tanajoa* Bondar and *M. caribbeanae* McGregor in cas-
sava, *Manihot esculenta* Crantz. Ph.D. dissertation,
Cornell Univ., Ithaca, N.Y.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990.
Cassava Acarology. pp. 145-171 *In* Annual Report. Cassava
Program. Working document No. 95. Cali, Colombia. 385 pp.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1989.
Cassava Entomology. Cassava Program Annual Report. Cali,
Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1992.
Entomology and Acarology. Cassava Program Annual Report.
Cali, Colombia.
- Cuéllar, M.E. 1992. Biosistemática de poblaciones de *Amblyseius
limonicus* Garman and McGregor *sensu lato* y *sensu stricto*
(Acarina: Phytoseiidae) y su importancia en el control
del ácaro verde de la yuca. Tesis de Grado. Universidad
del Valle, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.
Cali, Colombia.
- Guerrero, J.M.; Flechtmann, C.H.W.; Moraes, G.J. de; Duque,
M.C.; Gaigl, A.; Bellotti, A.C. and Braun, A.R.

Biogeography and taxonomy of *Mononychellus* species associated with *Manihot esculenta* Crantz in the Americas. (sometido).

Herrera, C.J.; Guerrerc, J.M. y Braun, A.R. Impacto de predadores (Acari: Phytoseiidae) asociados al cultivo de la yuca sobre *Mononychellus* spp. en la Costa Atlántica de Colombia. (sometido).

Janssen, A.; Hofker, C.D.; Braun, A.R.; Mesa, N.C.; Sabelis, M.W. and Bellotti, A.C. 1990. Preselecting predatory mites for biological control: the use of an olfactometer. *Bul. Entomol. Res.* 80(2):177-181.

McMurtry, J.S. and Scriven, G.T. 1965. Insectary production of phytoseiid mites. *Econ. Entomol.* 58:282-284.

McMurtry, J.A. 1981. The Use of Phytoseiids for biological control: progress and future prospects. pp.23-48. In Hoy, M.A. (Ed). *Recent Advances in Knowledge of the Phytoseiidae*. Division of Agric. Sciences. Univ. of California. Pub. 3284.

Mesa, N.M. and Bellotti, A.C. 1987. Biologically controlling destructive cassava mites with phytoseiid mites. *Cassava Newsletter*. 1:4-7. CIAT. Cali, Colombia.

Mesa, N.C.; Lenis, J.I.; Braun, A.R. y Duque, M.C. Desarrollo de metodologías para la cría masiva de *Typhlodromalus tenuiscutus* McMurtry and Moraes (Acarina: Phytoseiidae) en yuca. Rev. Col. Entomol. (en imprenta).

Mesa, N.C.; Bellotti, A.C. and Braun, A.R. 1990. A comparison of *Mononychellus progresivus* and *Tetranychus urticae* as prey for five species of phytoseiid mites. Exp. Appl. Acarol. 9:159-168.

Metcalf, R.L. and Luckmann, W.H. 1975. Introduction to insect pest management. John Wiley and Sons.

Moraes, G.J. de; Alencar, de J.A.; Neto, F.W. and Mergulhao, S.M.R. 1988. Exploration for natural enemies of Cassava Green Mite in Brazil. Proceedings 8th Symposium International Society for Tropical Root Crops. Bangkok, Thailand. pp. 351-353.

Moraes, G.J. de; Mesa, N.C.; Braun, A.R., and Melo, E.L. Description of two new phytoseiids (Acari: Phytoseiidae) from South America, new reports and measurements of closely related species. (sometido).

- Nyiira, Z.M. 1972. Report of investigation of cassava mite, *Mononychellus tanajoa* Bondar. Kawanda Research Station, Kampala, Uganda. Unpublished report. 14 pp.
- Yaninek, J.S. and Bellotti, A.C. 1987. Exploration for natural enemies of Cassava Green Mite based on agrometeorological criteria in Rijks, D. and Mathys, G. (Eds.) Proceedings of the Seminar on Agrometeorology and Crop Protection in the Lowland Humid and Subhumid Tropics. Cotonou, Benin 7-11 July. pp. 69-75.
- Yaninek, J.S. and Herren, H.R. 1988. Introduction and spread of the cassava green mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae), an exotic pest in Africa and the search for appropriate control methods: a review. *Bul. Entomol. Res.* 78:1-13.
- Yaninek, J.S.; Herren, H.R. and Gutierrez, A.P. 1989. Dynamics of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) in Africa: seasonal factors affecting phenology and abundance. *Environ. Entomol.* 18:625-632.
- Yaninek, J.S.; Megevand, B.; Moraes, G.J. de; Bakker, F.; Braun, A.R. and Herren, H. 1991. Establishment of the neotropical predator *Amblyseius idaeus* (Acari: Phytoseiidae) in Benin, West Africa. *Biocontrol Sci. Tech.* 1:323-330.

Yaninek, J.S.; Orizo, A. and Ojo. J.B. 1993. Continent-Wide experiences releasing neotropical phytoseiids against the exotic cassava green mite in Africa. *Exp. Appl. Acarol.* 16:145-160.

Yaseen, M. and Bennett, F.D. 1978. Investigations on the natural enemies of cassava mites and mealybugs. Paper presented at III Congreso Latinoamericano de Entomología. V Congresso Brasileira de Entomologia Julho 1978. Ilbus - Itabura, Bahia Brasil. (manuscrito sin publicar).

**CARACTERISTICAS TAXONOMICAS DE IMPORTANCIA DE
LA FAMILIA TETRANYCHIDAE ¹**

Nora Cristina Mesa C.*

Jorge Iván Lenis

Los Tetranychidae son la familia de ácaros fitófagos de más amplia distribución y de mayor rango de hospedantes en el mundo: tejen telarañas y se conocen con el nombre común de arañitas. Pueden medir desde 0.2 hasta 1 mm de longitud, las hembras son de forma ovalada y globosa y los machos piriformes. El color de las hembras varía entre especies y géneros desde el amarillo, el verde (del claro al intenso), el pardo y el rosado hasta un rojo intenso.

Los miembros de la familia Tetranychidae se caracterizan por que tienen dos pares de setas íntimamente relacionadas llamadas setas dobles, ubicadas en los tarsos I y II y algunas veces sobre las tibiae I y II. Los quelíceros son móviles, largos, curvados, y tienen forma de látigo o flagelo; están colocados en el estilóforo formado por los segmentos basales de los quelíceros. El cuarto segmento palpal o tibia palpal está provisto de una garra fuerte, la cual forma un complejo garra-pulgar con los tarsos palpales.

¹ Tomado de "Acaros plaga en el cultivo de la yuca y sus principales enemigos naturales". Unidad de Aprendizaje para la Capacitación en Tecnología de Producción de yuca. (No. 8), CIAT (en impresión).

* Asociado y Asistente de Investigación, respectivamente en el Programa de Yuca (CIAT). Actualmente en Unidad de Materiales para Capacitación, CIAT.

El peritrema consiste en un par de estructuras que nacen cerca del extremo anterior del cuerpo y se separan por encima de la parte externa del estilóforo.

Los genitalia de la hembra son característicamente arrugados; el edeagus del macho es de importancia taxonómica a nivel de género y especie.

Los tarsos terminan generalmente en uñas y empodios acompañados por setas que son de valor taxonómico. Todas las características descritas anteriormente se ilustran en la Figura 1.

Los ácaros de esta familia, fueron descritos por Baker & Pritchard en 1960.

Pueden tener de 12 a 16 setas en el idiosoma dorsal; en la parte anterior o prodorsum se encuentran tres pares de setas llamadas propodosomales (P1, P2, P3), y en la parte posterior, o sea en el opisthosoma, hay cinco pares de setas dorsales (D1, D2, D3, D4, D5), cuatro pares de laterales (L1, L2, L3, L4), y un par de setas humerales (H).

En la parte ventral del idiosoma de las hembras hay generalmente tres pares de setas medioventrales (Mv1, Mv2, Mv3), un par pregenital (PrG), dos pares anales, y uno o dos pares paraanales (Figura 2).

De acuerdo con Pritchard & Baker (1955), con Tuttle & Baker (1968) y con Baker & Pritchard (1960), las características más importantes para la identificación de los tetraníquidos son:

- Tipo de garras o uñas del tarso y del empodium, ya sea que estén formadas por un cojinete o almohadilla o por una uña.
- Peritrema, el cual puede finalizar en un simple bulbo, en un gancho distal o en un gancho anastomasado.
- Forma de las setas dorsales, las cuales pueden ser ampliamente clavadas o aserradas, y simples o compuestas.
- Tipo de estriás en el histerosoma dorsal de la hembra.
- Número y posición de las setas en las patas.
- Forma del edeagus del macho, que está es quitinizado en su parte terminal; visto de perfil, es importante para la identificación de las especies.
- Presencia de lóbulos en las estriás, y tipo de éstos.

Forma de Alimentación de los Acaros Fitófagos

De acuerdo con Flechtmann (1982), los ácaros Tetranychidae inclinan el cuerpo hacia adelante para alimentarse, apoyándose en el rostro y en el primero y segundo par de patas. Esta posición facilita la penetración de los estiletes en el tejido foliar.

Cuando un ácaro ataca una hoja cuyo parénquima lagunoso es delgado, pica las células de éste y alcanza las del parénquima en

empalizada; el fenómeno de capilaridad en los estiletes, y su movimiento ascendente y descendente, hacen que parte del contenido celular aflore sobre la superficie foliar. El ácaro puede entonces, succionar el "líquido" con ayuda del vacío producido por la faringe (Figura 3).

Ayanru & Sharma (citados por Yaninek *et al.*, 1989) describieron en 1984 el proceso alimenticio de *M. tanajoa* de la siguiente manera:

El ácaro inserta sus quelíceros en de la superficie de la hoja de yuca succionando hacia afuera el fluido contenido en las células individuales. El daño causado por la alimentación primaria ocurre en las células del parénquima en empalizada, pero las células del mesófilo esponjoso también resultan afectadas. El resultado es una clorosis, que aumenta desde unos pocos puntos amarillentos hasta la pérdida completa del pigmento. La alimentación del ácaro puede afectar también la distribución, aunque no el contenido total de cianuro, en la planta hospedante. Las hojas afectadas parecen moteadas, y eventualmente mueren y caen. Las hojas fuertemente atacadas por *M. tanajoa* se deforman (desde muy poco hasta 1/4 del tamaño normal); esta deformación se confunde a menudo con las que experimentan las hojas afectadas por la enfermedad del mosaico de la yuca.

La defoliación terminal del cogollo da la apariencia de un "candelabro o candelabro". La defoliación puede ocurrir si el ataque persiste, pero las plantas raramente mueren. Al reducir el área foliar de las plantas, los ácaros disminuyen la capacidad fotosintética y la

tasa de crecimiento de éstas, especialmente en las variedades susceptibles.

La planta responde primero reduciendo la tasa de crecimiento; entonces, como su demanda metabólica es deficiente, empieza a movilizar fotosintatos almacenados en tallos y raíces.

El daño de los ácaros afecta la calidad y la cantidad del material de corte. Se ha asociado también con la producción de cogollos laterales y el incremento de las raíces, aunque el estrés causado por la sequía puede inducir una respuesta similar.

Características Biológicas para la Identificación de *Mononychellus tanajoa*, *M. caribbeanae*, *Tetranychus urticae* y *Oligonychus peruvianus*, y Descripción del Daño que Causan estas Especies

***Mononychellus tanajoa* (Bondar)**

Las hembras de esta especie presentan una coloración de amarillo-verdosa a verde intensa, son de forma ovalada y su tamaño oscila de 360 a 480 micras. Las setas dorsocentrales histerosomales son cortas, clavadas, y su longitud es menor que la mitad del espacio longitudinal entre sus bases; el tercer par de estas setas es una y media veces más largo que los dos anteriores (Figura 4).

Esta especie es nativa de las Américas y en la actualidad se encuentra diseminada en el cinturón yuquero de Africa. Generalmente se encuentra sobre *Manihot esculenta*, aunque también se tiene registro de su presencia en *M. glaziovii*, *M. carthagenensis*, *M. dichotoma*, *M. heptaphylla* y *M. piauhyensis* (Nyiira, 1973, 1976, 1978).

También ha sido recolectada sobre *Cucurbita pepo*, *Lycopersicum esculentum*, *Manihot dulcis* y *Sechium edule* (Tuttle *et al.*, 1977). En Brasil, en el área de Piritiba, se encuentra con frecuencia en la maleza *Passiflora cincinnata* (Moraes, 1992).

Descripción del daño

El ácaro verde de la yuca se localiza en la parte apical de la planta y su daño es más notorio en el cogollo y en las yemas y hojas jóvenes. Las hojas presentan puntos amarillos y pierden su color normal desarrollando una apariencia de mosaico. En ataques severos, los brotes pierden su color verde, hay gran reducción del área foliar, los tallos terminales se escarifican primero, se tornan ásperos luego de color marrón, y eventualmente ocurre una muerte descendente.

Mononychellus caribbenae (McGregor)

Esta especie es de apariencia similar a *M. tanaioa*, de color amarillo-verdoso a verde intenso; en Venezuela se le conoce con el nombre común de ácaro amarillo de la yuca.

Según Estebanes & Baker, (1966), Flechtmann (1978), Paschoal (1971a) citados por Guerrero & Bellotti (1983), las setas dorsales de este ácaro son cortas, pubescentes, clavadas, y están colocadas sobre pequeños tubérculos. Los tres pares de setas dorsocentrales son muy cortas, clavadas, similares en longitud pero no están sobre tubérculos; éstas tienen menos de la mitad de la longitud de los intervalos que hay entre sus bases. Las setas dorsolaterales son iguales de cortas pero más largas que las setas dorsocentrales. Las demás son más largas, espatuladas, y están sobre tubérculos, principalmente las setas sacras, las clunales. Las estrías dorsales están anastomasadas; la tibia I en la hembra tiene 7 setas táctiles y una seta sensorial (Figura 5).

La especie fue hallada por primera vez en México sobre *Platyniscium trifoliatum* por Estebanes & Baker (1966) y ha sido encontrada en otros hospedantes como *Dalbergia sisso* y algodón. Varios autores lo han encontrado sobre *M. esculenta* en varios países de América. Se ha constatado que, de las cuatro especies de *Mononychellus* encontradas en yuca, esta especie es la de más amplia distribución geográfica; se encuentra en América Central y del Sur en todos los países donde se hicieron exploraciones, excepto en Brasil, Perú y Paraguay (CIAT, 1992).

Descripción del daño

Se localiza en la parte superior de la planta y los síntomas son similares a los causados por *M. tanaoja*.

Según las observaciones hechas en crías masivas de esta especie en el CIAT, se ha podido constatar la formación de telaraña cuando las poblaciones son muy abundantes, y la ausencia de machos en las colonias.

Oligonychus peruvianus (McGregor)

Los ácaros de esta especie son de coloración verde clara, y su cuerpo tiene apariencia desnuda. No se observan sus diminutas y lanceoladas setas dorsales, presentan estrias longitudinales entre las setas del tercer par dorsocentral. Sus patas son cortas y de movimientos lentos, la forma del cuerpo es oval, un poco mas ancha en la parte anterior del idiosoma y un poco más comprimida hacia el opistosoma (Figura 6).

Esta especie ha sido registrada en hospedantes diferentes de *Manihot esculenta*, como *Vitis vinifera* y *Gossypium hirsutum*, en Trinidad y en California (Flechtmann, 1978).

Descripción del daño

Esta especie se localiza al lado de las nervaduras en el envés de las hojas y junto a los bordes de éstas. Allí forman pequeñas capas de telaraña, debajo de las cuales vive y se alimenta causando puntuaciones notorias de color amarillo o marrón sobre la haz foliar; éstas corresponden al área delimitada por la telaraña del envés de las hojas inferiores.

Tetranychus urticae Koch

Las hembras adultas de *T. urticae* son ovoides y globosas, su color varía de amarillo a verde, y tienen una mancha negra a ambos lados de la línea media dorsal. Las setas sobre el idiosoma son largas. Tienen estriás dorsales con lóbulos semioblongos (Figura 7).

Esta especie se encuentra no sólo en la yuca sino en gran diversidad de cultivos de importancia económica, en las que causa grandes pérdidas.

Descripción del daño

Los ácaros de esta especie se localizan en el envés de las hojas; tienen preferencia por la parte basal de la planta, llegando a cubrirla toda. Cuando las poblaciones son bajas, se encuentran en la base de las hojas y a los lados de las nervaduras, pero cuando la población aumenta se distribuyen en toda la hoja, incluyendo la haz, y forman colonias compactas en las que se observa gran cantidad de telaraña.

El daño se inicia con pequeñas puntuaciones amarillas que se hacen más notorias en ciertos hospedantes y cuando aumenta de la población. Se forman zonas necróticas que pueden cubrir toda la hoja; luego las hojas experimentan encrespamiento y, por último, caída prematura.

Técnicas de Recolección de Acaros en el Campo y Montaje de Preparaciones Microscópicas

Recolección de Acaros en el Campo

La forma más corriente de capturarlos es tomar las muestras (hojas) y llevarlas al laboratorio; allí, con ayuda del estereoscopio y con pinceles de punta fina, se transfieren a frascos con alcohol del 70% como medio de preservación. Para acelerar el proceso de aclaración, es recomendable recolectar los especímenes directamente en lactofenol. Todas las muestras deben quedar identificadas suficientemente en el momento de la recolección: fecha, localidad, hospedante (indicando la parte del mismo donde se hallaban los ácaros recolectados), y el nombre del colector.

Si se cuenta con una lupa en el momento de la recolección, o si se tiene un buen conocimiento de los ácaros, es posible hacer el muestreo directamente en el campo, es decir, sin llevar la muestra al laboratorio. Vale la pena indicar que se deben recolectar tanto machos como hembras, pues los dos sexos tienen características de importancia taxonómica, y no sólo estados inmaduros. Debe tomarse un número suficiente de ejemplares, en cuanto sea posible.

Clarificación de los Especímenes

Los especímenes deben quedar transparentes para que las estructuras cuticulares puedan ser observadas a través de un microscopio de luz.

Esto se consigue con ácido láctico o lactofenol, sustancias que actúan lentamente sobre la cutícula pero no la dañan.

Si no se dispone de ninguna de estas sustancias aclaradoras, es posible hacer los montajes directamente con solución Hoyer y calentar luego con un mechero la lámina preparada.

La solución de lactofenol se prepara de la siguiente manera:

Acido láctico 85%	2 partes
Fenol (cristales)	1 parte
Agua destilada	1 parte

Preparación de la Lámina

Colocar una gota de medio Hoyer en el centro del portaobjeto, y sobre ella de uno a tres ácaros. Cada espécimen se hace descender con la punta de un pincel fino hasta el fondo de la gota. Allí deben quedar en la posición y orden deseados e inmediatamente se tapan con un cubreobjeto.

Finalmente, las láminas deben secarse en una estufa a 45°C, durante dos a tres días, y posteriormente se almacenan. Es importante recordar que cada lámina debe llevar los datos de recolección correspondientes.

A continuación se presenta la fórmula para preparar el medio Hoyer:

Agua destilada	50 cc
Goma arábica	30 g
Hidrato de cloral	200 g
Glicerina	20 cc

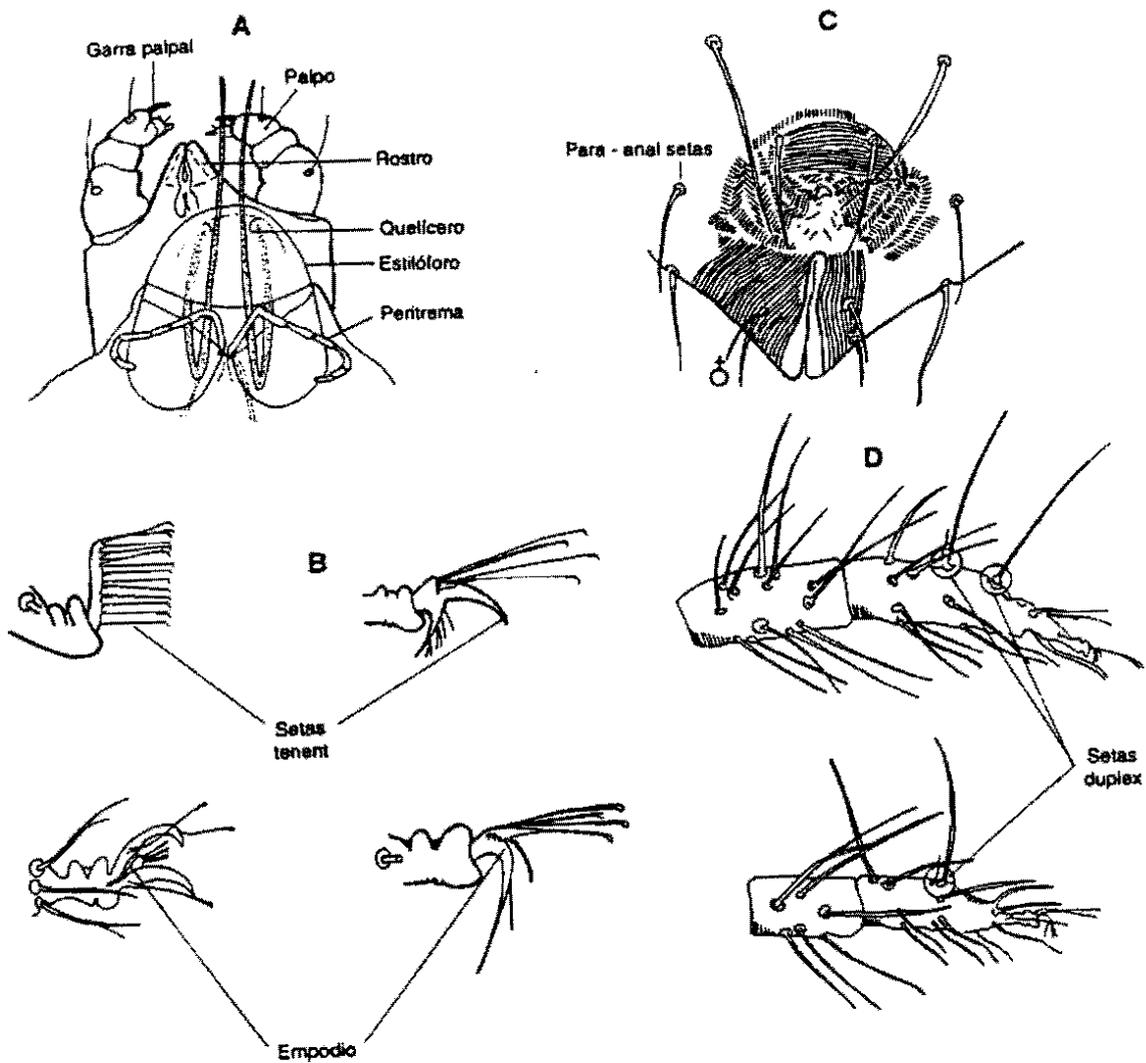


Figura 1. Características de importancia taxonómica de los Tetranychidae. (A) gnatosoma, (B) tipos de empodio y setas en el tarso, (C) genitalia hembra, (D) setas duplex en el tarso.

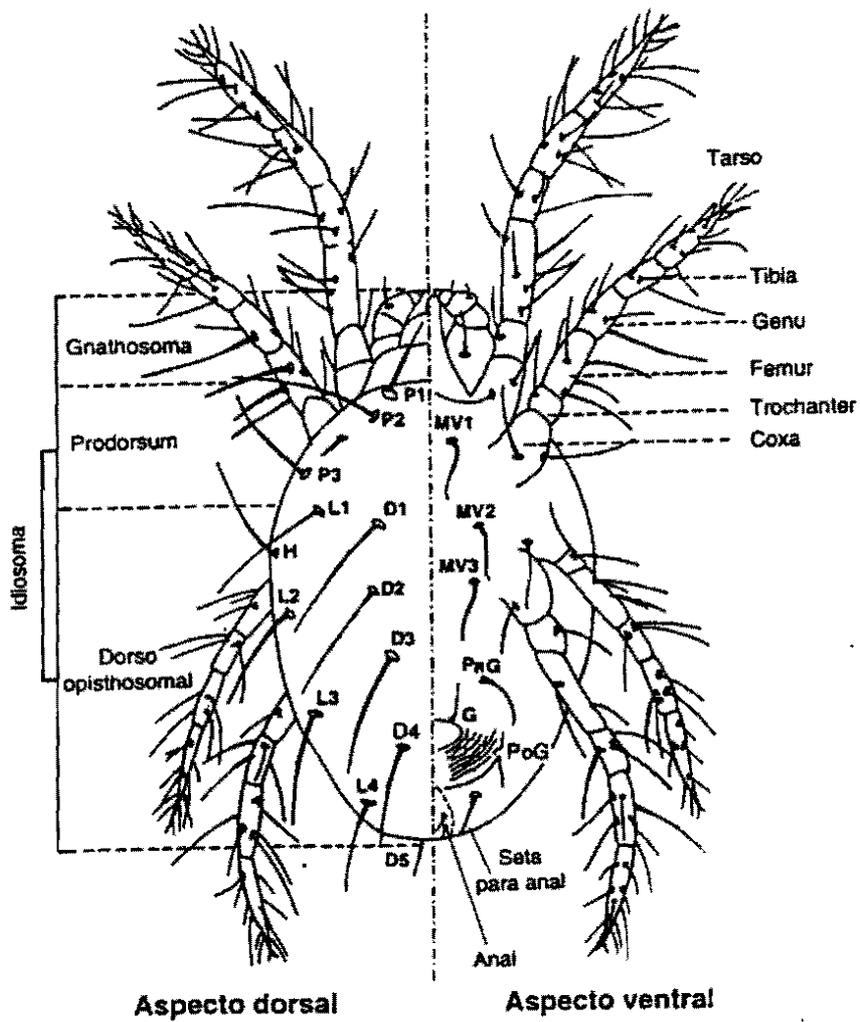


Figura 2. Disposición de las setas en el cuerpo de los Tetranychidae.

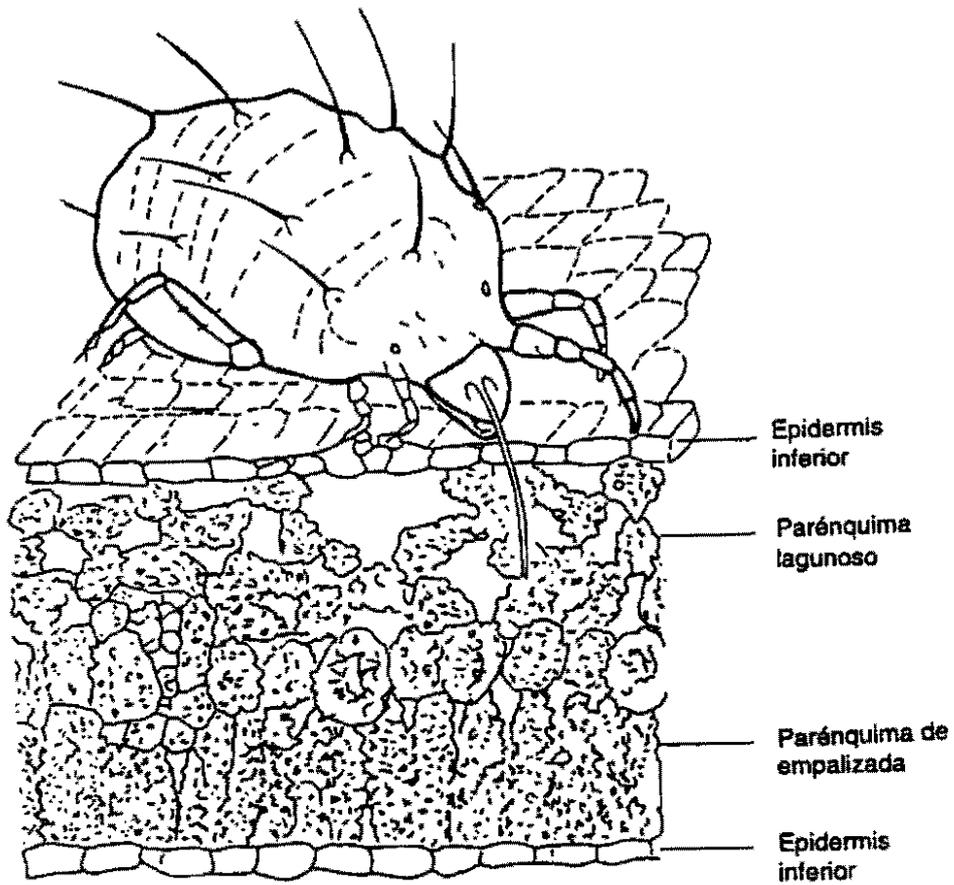


Figura 3. Forma de alimentación de los Tetranychidae. (Adaptado de Flechtmann, 1982).

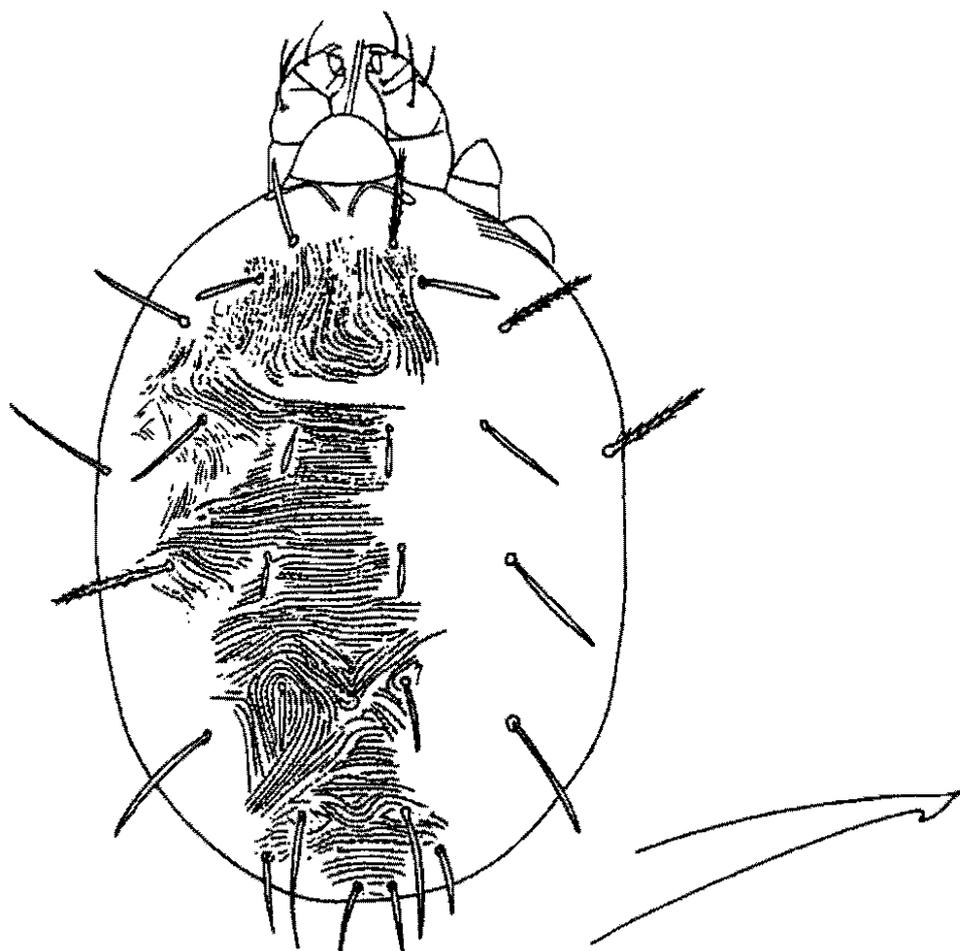


Figura 4. Placa dorsal de la hembra y edeagus del macho de *Mononychellus tanajoa*.

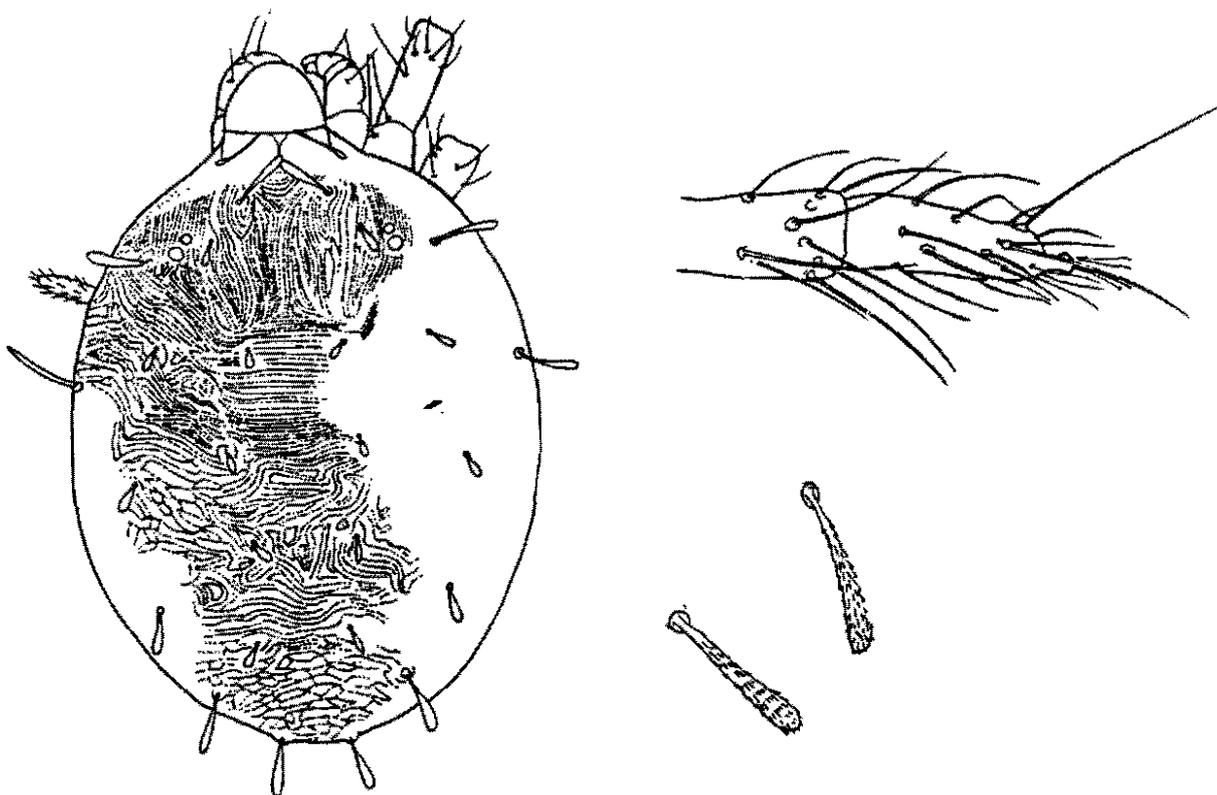


Figura 5. Placa dorsal y pata de la hembra de *Mononychellus caribbeanae*.

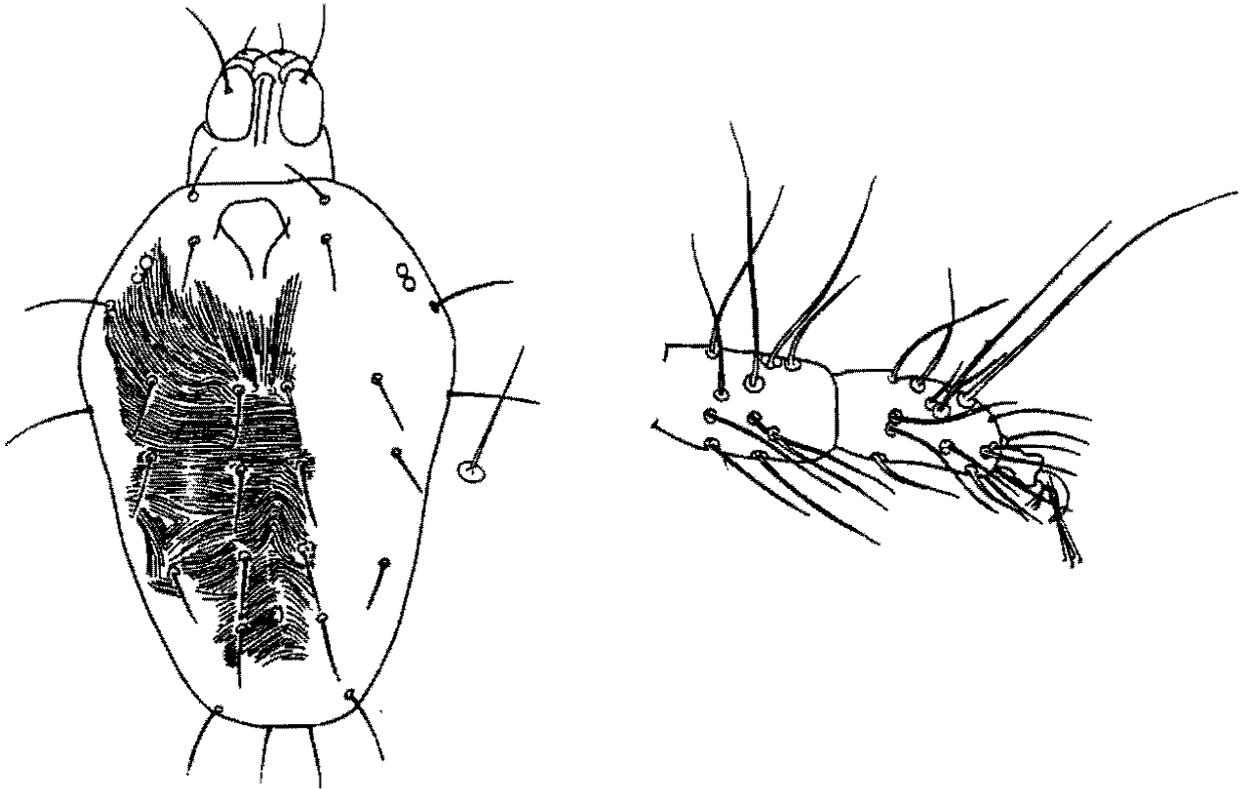


Figura 6. Placa dorsal de la hembra y detalle del tarso de *Oligonychus peruvianus*.

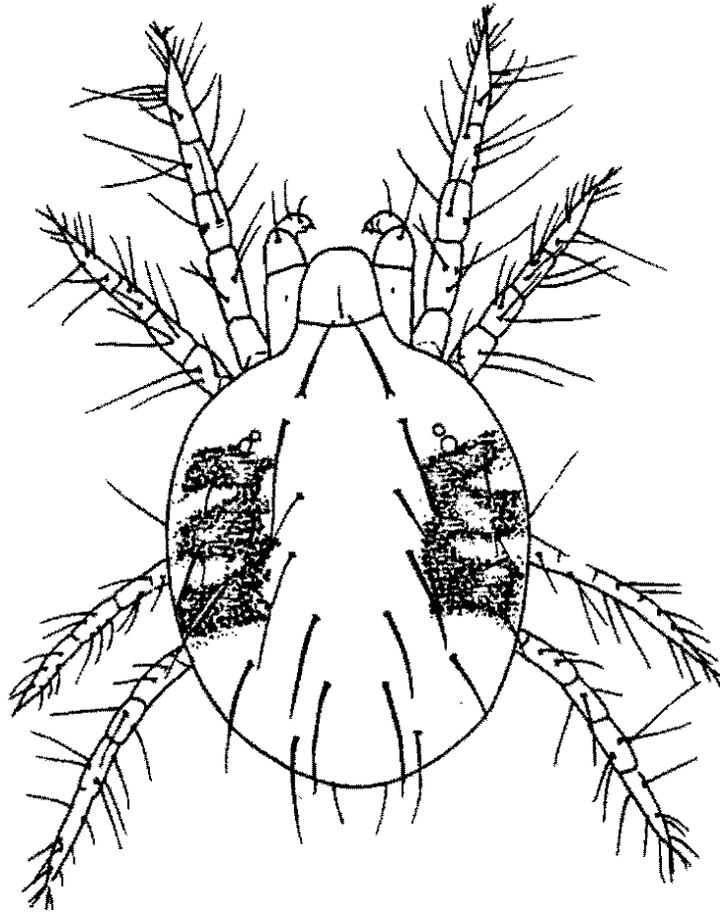


Figura 7. Aspecto dorsal de la hembra de *Tetranychus urticae*.

Bibliografía

- Ayanru, D.K.G. and Sharma, V.C. 1984. Changes in total cyanide content of tissues from cassava plants infested by mites (*Mononychellus tanajoa*) and mealybugs (*Phenacoccus manihoti*). Agriculture Ecosystems and Environment 12:35-46.
- Baker, E.W. and Pritchard, E.A. 1960. The Tetranychid mites of Africa. Hilgardia 29:455-574.
- Bellotti, A.C. 1978. An overview of cassava entomology En: Brekelbaum, T., Bellotti, A. and Lozano, J.C. (eds.). Cassava protection workshop, CIAT, Cali, Colombia, noviembre 1977. Memorias. CIAT Cali, Colombia. p.29-39 (Serie CE-14).
- Bondar, G. 1938. Notas entomológicas da Bahia; III. Revista Entomológica Río de Janeiro 9:411-445.
- Braun, A.; Guerrero, J.M. and Bellotti, A.C. 1989. Within-plant distribution of *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) on cassava: Effect of clone and predation on aggregation. Bull Ent. Res. 79:235-249.
- Braun, A.; Alvarez, J.M.; Cuéllar, M.E.; Duque, M.C.; Escobar, J.R.; Franco, C.; Gaigl, A.; Guerrero, J.M.; Lenis, J.I.; Melo, E.L.; Mesa, N.C. y Zúñiga, R. 1993. Inventario de ácaros fitófagos y de sus enemigos naturales

en el cultivo de la yuca en Ecuador. En: A.R. Braun (ed.). Bases fundamentales para investigación sobre los ácaros plagas y sus enemigos naturales en el Ecuador. Documento de trabajo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. (en impresión).

Byrne, D.H.; Guerrero, J.M.; Bellotti, A.C. and Gracen, V.E. 1982. Behavior and development of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) on resistant and susceptible cultivars of cassava. *Journal of Economic Entomology* 75:924-927.

Byrne, D.H.; Bellotti, A.C. and Guerrero, J.M. 1983. The cassava mites. *Tropical Pest Management*. 29:378-394.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1977. Cassava production systems. En: Informe anual 1976. CIAT, Cali, Colombia. E1-B78.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1992. Entomology and acarology pp. 137-167. En: Cassava Program 1987-1991. Working document No. 116. CIAT, Cali, Colombia. 553 p.

Cock, J. 1978. A physiological basis of yield loss in cassava due to pests. En: Brekelbaum, T., Bellotti, A. y Lozano, J.C. (eds.) Proceedings, cassava protection workshop, CIAT, Cali, Colombia, noviembre, 1977. CIAT, Cali, Colombia. p. 9-16 (Series CE-14).

Doreste, E. 1979. Acarologia. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. p. 285.

Estebanes, M.G.L. y Baker, E.W. 1966. Arañas rojas de México (Acarina: Tetranychidae). An. Esc. Nac. Cienc. Biolog. (México) 15:61-133.

Flechtmann, C.H.W. 1978. The cassava mite complex: Taxonomy and identification. En: proceedings, cassava protection workshop. CIAT, Cali, Colombia noviembre 1977. T. Brekelbaum, A.C. Bellotti & J.C. Lozano (eds.) p. 143-153 (serie CE-14).

Flechtmann, C.H.W. 1982. The cassava mite complex; III: New distribution records mainly from Colombia and Africa and references to other plants. Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz 39:809-813.

Guerrero, J.M. y Bellotti, A.C. 1983. Contribución al conocimiento de algunos ácaros fitófagos encontrados en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Colombia. En: Reyes, J.A. Yuca: control integrado de plagas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 95-113

Guerrero, J.M.; Flechtmann, C.H.W.; Moraes, G.J. de; Duque, M.C.; Gaigl, A.; Bellotti, A.C. and Braun, A.R. Biogeography and taxonomy of *Mononychellus* species associated with *Manihot esculenta* Crantz in the Americas.

- Helle, W. and Sabelis, M.W. (eds.), 1985a. Spider mites, their biology natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam vol. 1, 403 p.
- Herrera, C.J.; Guerrero, J.M.; y Braun, A.R. 1992. Impacto de ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae) asociados al cultivo de la yuca sobre *Mononychellus* sp. en la Costa Atlántica de Colombia. XIX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, julio 1992. Resúmenes. p.
- Krantz, G.W. 1978. A manual of acarology. 2a. ed. Corvallis, Oregon, Oregon State University. 509 p.
- Jeppson, L.R.; Keifer, H.F. and Baker, E.W. 1975. Mites injurious to economic plants. Berkeley, University of California Press. 614 p.
- Jones, P.V. 1990. Developing sampling plans for spider mites (Acari: Tetranychidae): Those who don't remember the past may have to repeat it. J. Econ. Entomol. 83(5):1656-1664
- Lenis, J.I.; Braun, A.R.; Mesa, N.C. y Duque, M.C. 1991. Uso de escalas para la estimación de poblaciones de ácaros Tetranychidae y muestreo de presencia - ausencia para Phytoseiidae en cultivos de yuca. Trabajo presentado en el XVIII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Moraes, G.J. de. 1992. IITA - EMBRAPA agreement for the biological control of cassava pests. Annual Report 1991 (Preliminary version to be submitted to IITA). EMBRAPA, CNPDA. p. 6.

Moraes, J.G. de; Moreira, A.N. and Delalibera Jr., I. Alternative hosts of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) in northeastern Brazil (en edición).

Meyer, M.K.P.S. 1974. A revision of the Tetranychidae of Africa (Acari) with a key to general of the world. Entomology Memoir, No. 36. Department of Agriculture Technical Service, Republic of South Africa.

Nyiira, Z.M. 1973. Biological studies on the cassava mite *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acarina: Tetranychidae). Kampala, Uganda, Kwanda Research Station. Paper presented at the International Symposium on Tropical Root Crops, 3rd. Proceedings. Ibadan, Nigeria.

Nyiira, Z.M. 1976. Advances in research on the economic significance of the green cassava mite (*Mononychellus tanajoa*) in Uganda. En: The international exchange and testing of cassava germplasm in Africa. Proceedings of an interdisciplinary workshop held at IITA, Ibadan, Nigeria, noviembre 1975. E. Terry and R. MacIntyre (eds.) IDRC e IITA. p. 27-29.

Nyiira, Z.M. 1978. *Mononychellus tanajoa* (Bondar) biology, ecology and economic importance. En: Brekelbaum, T., A. Bellotti and J.C. Lozano.

eds. Cassava protection workshop, 1977. Proceedings Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT), Cali, Colombia. p. 155-159. (Serie CE-14).

Paschoal, A.D. 1971a. A review of the Caribbeanae group (Acarina: Tetranychidae). *Revista Peruana de Entomología*. 14(1):177-179.

Pillai, K.S. and Palaniswamy, M.S. 1981. Some new records of predators of the spider mites of cassava. *Cassava Newsletter* 9:10.

Pritchard, A.E. and Baker, E.W. 1955. A revision of the spider mite family Tetranychidae. *Memoirs of the Pacific Coast. Entomological Society* 2:1-472.

Quiros, C. 1977. Estudio preliminar de algunos insectos y ácaros plaga en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el estado de Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia* 2(4):65-71.

Shukla, P.T. 1976. Preliminary report on green mite (*Monorychellus tanajoe* Bondar) resistance in Tanzania local cassava varieties. *East African Agricultural and Forestry Journal* 42(1):55-59.

Tuttle, D.M. and Baker, E.W. 1968. Spider mites of the Southwestern United States and a revision of the family Tetranychidae. University Arizona Press, Tucson, E.U. p. 1-143.

Tuttle, D.M.; Baker, E.W. and Sales, F.M. 1977. Spider mites (Tetranychidae: Acarina) of the state of Ceara, Brazil. *International Journal of Acarology* 3(1):1-8.

Yaninek, J.S.; Baumgaertner, J. and Gutierrez, A.P. 1991. Sampling *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) on cassava in Africa. *Bulletin of Entomological Research* 81:201-208.

Yaninek, J.S.; Moraes, G.J. de. and Markham, R.H. 1989. Handbook on the cassava green mite *Mononychellus tanajoa* in Africa. IITA, Ibadan, Nigeria. 140 p.

IDENTIFICACION DE LOS TRES GRUPOS MAS IMPORTANTES DE ENEMIGOS
NATURALES DE LOS ACAROS PLAGA: ACAROS PHYTOSEIIDAE,
INSECTOS Y HONGOS PATOGENOS¹

Nora Cristina Mesa C. *

Jorge Iván Lenis

Importancia del Control Biológico

Hace unos 40 años, la eficacia de los agentes de control biológico se basaba principalmente en creencias e hipótesis, y no en hechos científicos; su importancia era, por ello, relativa. Actualmente hay pocas dudas sobre el papel clave que desempeñan los enemigos naturales en el control de plagas. Irónicamente, este interés deriva del uso amplio de insecticidas que ocasionó rebrotes de especies anteriormente sometidas al control biológico natural. Los agroquímicos se han convertido en un instrumento experimental muy útil para demostrar el valor de los enemigos naturales. El control biológico no solamente ha generado en credibilidad sino que ha

¹ Tomado de "Acaros plaga en el cultivo de la yuca y sus principales enemigos naturales". Unidad de Aprendizaje para la Capacitación en Tecnología de Producción de yuca. (No. 8), CIAT, (en impresión).

* Asociada y Asistente de investigación, respectivamente en el Programa de Yuca. (CIAT). Actualmente en Unidad de Materiales para Capacitación, CIAT.

mejorado su metodología. La biosistemática, el transporte aéreo, y muchas tecnologías y técnicas nuevas han sido elementos clave en la maduración de este control como ciencia (Andrews, 1989).

Según De Bach (1968), el control biológico se considera, desde el punto de vista ecológico, como una fase del control natural; puede definirse entonces como la acción ejercida por parásitos, depredadores o patógenos para mantener la densidad de la población de otro organismo en un promedio más bajo que el que tendría en ausencia de ellos.

El mismo autor opina que el control biológico aplicado se refiere usualmente a organismos que son plagas actuales o potenciales. Si un organismo no logra llegar al status de plaga, es obvio que las condiciones climáticas y otros factores le son desfavorables; por consiguiente, uno de los mejores medios para modificar las condiciones ambientales que tienden a deprimir permanentemente la población de una plaga es el empleo de los enemigos naturales de ésta.

Regular la abundancia de un organismo para impedirle que cause daños económicos es la meta del control biológico aplicado.

Importancia de la Sistemática en el Control Biológico

El estudio del control biológico incluye fases fundamentales que no reportan necesariamente resultados prácticos inmediatos, como un objetivo concreto, ni producen el efecto directo derivado de utilizar, manipular o conservar los enemigos naturales.

La primera fase comprende la investigación básica, o sea, el estudio de aspectos fundamentales de biología, ecología, fisiología, genética, comportamiento, taxonomía, sistemática, y otros.

La sistemática básica es el desarrollo de programas de control biológico. La adecuada identificación de una plaga y de sus enemigos naturales es fundamental, porque sin un nombre científico no podrían examinarse bien las referencias previas de las especies consideradas. Es importante mencionar que, por no reconocer las diferencias entre especies similares, los taxónomos han hecho fracasar, durante muchos años, la importación de nuevas especies para el control biológico de algunas plagas.

Otra tarea de la sistemática es organizar toda la información que exista sobre las relaciones de predador-presa, hospederos alternos, lugar de origen de las especies, y temas

afines. Así proporciona información sobre el lugar adecuado para un proyecto de exploración, los rasgos típicos del huésped implicados en un proyecto, las referencias importantes biológicas y ecológicas que se encuentran disponibles para conocer ciclos de vida y hacer estudios de producción masiva, y los datos sobre razas, cepas o biotipos de una especie.

La biosistemática de Phytoseiidae (los ácaros depredadores más importantes de los Tetranychidae) ha sido una herramienta muy importante en cuestiones taxonómicas. Son estudios raros, que generalmente se limitan a unas pocas especies de interés para el control biológico; muchos no tratan de clarificar problemas taxonómicos *per se*, sino contribuir al mejoramiento genético y al uso más efectivo de los fitoseidos (Chant, 1985).

La investigación biosistemática de Phytoseiidae en yuca aclaró dos aspectos fundamentales del trabajo que se realiza para controlar el ácaro verde de la yuca:

- a. El primer aspecto define la posición taxonómica de dos especies que presentan semejanzas taxonómicas pero cuyo comportamiento ecológico y biológico es muy diferente.

El fitoseido de más amplia distribución en las Américas se identificó como *Amblyseius limonicus* (= *Typhlodromalus limonicus*). Ha sido encontrado casi exclusivamente sobre

Manihot esculenta Crantz (CIAT, 1991) y requiere, para su multiplicación, del método Mesa & Bellotti (1986) o, en su defecto de otro basado en el mismo principio, es decir, que emplee hojas de yuca infestadas con *Mononychellus*.

La especie fue descrita originalmente en California, USA, donde se presenta en cítricos, aguacate, plantas ornamentales y malezas. Toma varias especies de Tetranychidae como alimento, y es posible multiplicarla aplicando el método de McMurtry & Scriven (1965) (Muma & Denmark, 1970). La especie no fue hallada en exploraciones hechas en América tropical en cítricos y aguacate, y esto llevó a la sospecha de que existían dos especies con una morfología similar (Braun *et al.*, en impresión). Se empezó a distinguir entonces la población norteamericana de la suramericana así: la primera como *A. limonicus sensu stricto*, y la segunda como *A. limonicus sensu lato* (*T. limonicus sensu stricto*).

Al realizar cruces entre las dos poblaciones --por ejemplo, hembras de *T. limonicus s.s.* y machos de *T. limonicus s.l.* y viceversa-- se encontró, comparando con los respectivos testigos, que en ninguno de los cruces entre las poblaciones de California y América del Sur se obtuvo oviposición. Es decir, se constató que se trataba de dos especies aisladas reproductivamente, aunque

morfológicamente no presentarán diferencias significativas. (Braun *et al.*, en impresión).

Actualmente, *A. limonicus s.l.* ha sido descrita como una nueva especie con el nombre de *Amblyseius manihotae*, Moraes *et al.*, 1993 (Moraes *et al.*, en edición).

- b. El segundo aspecto clasificado también con estudios biosistemáticos, surgió de observaciones del comportamiento de las crías de *T. limonicus s.l.* recolectadas en diferentes localidades, puesto que entre éstas se notaban aspectos contrastantes como los siguientes:
- Dificultad de criar en condiciones de laboratorio a *T. limonicus s.l.* procedente de los campos de CIAT; en cambio, las poblaciones que provenían de la Costa Norte de Colombia, de Trinidad y Tobago, Brasil y Venezuela se multiplicaban más rápido.
 - El análisis de los resultados de las tablas de vida revelaban variaciones en la tasa intrínseca de crecimiento de ambas poblaciones.

Este fue el punto de partida para desarrollar una caracterización de cepas de *T. limonicus s.l.*

Se logró probar, mediante electroforesis, en 16 poblaciones de la especie (13 de Colombia, 1 de Brasil, 1 de Trinidad y Tobago y 1 de Venezuela), y con un análisis de correspondencia múltiple, que estas poblaciones estaban agrupadas en 5 cepas o razas que guardaban entre sí relaciones estrechas o muy distantes (Cuéllar *et al.*, 1991).

Estos resultados demuestran la importancia de suponer la presencia de cepas dentro de una especie, ya que se pueden presentar en ella adaptaciones ecológicas y biológicas muy importantes; éstas deben tenerse en cuenta para realizar planes de control biológico que indiquen una cepa en especial.

Con este trabajo se corroboraron los resultados obtenidos por Yaninek *et al.* (1992) en Africa, quienes liberaron sobre cultivos de yuca cinco cepas colombianas y una de Brasil de *A. limonicus* s.l. (= *A. manihotae*) y dos cepas de *Neoseiulus idaeus*; solamente dos cepas de *T. limonicus* s.l. y una de *N. idaeus* provenientes de Brasil lograron establecerse y dispersarse en dicho ambiente.

Importancia de los Depredadores en el Control Biológico

Los más espectaculares ejemplos de éxito en el control biológico se han dado empleando depredadores; esto se explica porque la mayoría de estas especies tienen hábitos alimenticios

específicos, y por ellos responden rápidamente a los cambios en la densidad de presa.

Sin embargo, hay depredadores que tienden a habitar lugares restringidos, no son específicos en sus hábitos alimenticios, y pueden ser muy importantes en la regulación de plagas agrícolas. Este tipo de depredador generalista, aunque sea incapaz de hacer un control natural que mantenga la plaga debajo del nivel económico de daño, puede contener el incremento de las plagas potenciales o reducir los picos máximos de infestación cuando los enemigos naturales específicos hayan sido reducidos por otros factores (DeBach, 1968).

Entre los enemigos naturales de los ácaros fitófagos del cultivo de la yuca, es posible encontrar el depredador generalista y el especializado; ambos tienen un papel importante en la regulación de estas plagas.

Según McMurtry (1982), varias características determinan la eficiencia de un depredador, concretamente un Phytoseiidae de hábitos especializados:

- a. Alto poder de dispersión. Algunas especies de Phytoseiidae se dispersan entre los cultivos con las corrientes de aire, y otras muestran alta movilidad bajo

condiciones de invernadero. Sin embargo este factor esta muy relacionado con algunas condiciones climáticas como la temperatura.

- b. Distribución respecto a la presa. Este aspecto debe mirarse con cuidado, pues la distribución del depredador puede cambiar con la hora del día o con las condiciones climáticas; y algunas especies son atraídas por la telaraña que forman algunos tetraníquidos.

- c. Alto potencial reproductivo. Especies como *P. persimilis* presentan mayor potencial reproductivo que otras especies de fitoseidos, a causa principalmente de su alta fecundidad y del tiempo de desarrollo tan corto que tienen si lo comparamos con el de su presa, *T. urticae*. Así, varias generaciones del depredador pueden ser producidas con una generación de la presa. Es importante anotar (O'Neil, 1992)² que el depredador especializado requiere abundante cantidad de presa para sobrevivir y reproducirse.

- d. Voracidad. De acuerdo con Sabelis (1981), una hembra grávida de *P. persimilis* tiene alta capacidad de depredación: consume por día de 14 a 23 huevos de *T.*

² Comunicación personal.

urticae. Esta característica es definida por O'Neil (1992) como alto porcentaje de ataque.

- e. Alto grado de especificidad de la presa. Este carácter indica una buena adaptación biofisiológica al huésped, y una dependencia aparente directa de los cambios de población de la presa.
- f. Características morfológicas y agrupamientos taxonómicos. Según McMurtry (1981), la tres especies consideradas más efectivas (*Phytoseiulus persimilis*, *Typhlodromus occidentalis* y *Amblyseius fallacis*), como depredadores específicos de Tetranychidae, presentan una seta larga en posición media del escudo dorsal (alguna de las setas dorsales D o J-j), similar a las de la serie de setas laterales L o S del escudo dorsal. La posesión de estas setas indica probablemente convergencia, y sugiere que la predación especializada de ácaros tetraníquidos evolucionó independientemente en varios grupos de Phytoseiidae.

O'Neil (1992)³ describe a los depredadores generalistas con las siguientes características:

³ Comunicación personal.

- a. Capacidad de sobrevivir a una baja densidad de presa.
Según McMurtry (1970), algunas especies de Phytoseiidae tienen mucha más capacidad de sobrevivir cuando los ácaros presa son escasos, ya que pueden usar alimentos alternos como polen, secreciones de insectos, exudados de plantas, esporas de hongos, y otros.

- b. Alta capacidad de búsqueda. Se presentan en etapas iniciales del cultivo cuando los ácaros fitófagos se encuentran en muy poca cantidad. Por lo tanto, tienen que intensificar la búsqueda a lo largo de toda la planta, porque hay pocas presas.

- c. Su impacto se observa en las etapas iniciales del cultivo, es decir, retrasan la explosión de las poblaciones de fitófagos. McMurtry (1992) considera que el principal impacto de los Phytoseiidae generalistas se da cuando hay bajas densidades de presa en los cultivos perennes, ya que implica la colonización generalizada y limitan las fluctuaciones de la plaga.

- d. Los cambios en la densidad de presa no los afectan, puesto que el porcentaje de ataques propio de cada especie no varía aunque el alimento disponible sea mayor.

Acaros Phytoseiidae

Características Morfológicas

La familia Phytoseiidae está compuesta por ácaros pequeños de 270 a 500 micras de longitud. Con una sola excepción, su cuerpo o idiosoma está constituido por una sola placa dorsal sobre la cual se encuentran menos de 24 pares de setas; ventralmente están provistos de tres escudos. Estas estructuras son de importancia taxonómica.

En su parte anterior, es decir en el gnatosoma, son notorios los apéndices peribucales o quelíceros, que están constituidos por un dígito fijo y otro móvil provistos de dientes; en los machos hay un espermodáctilo para la transferencia de esperma a la espermateca de las hembras.

Los palpos son de tipo raptorial, así como el primer par de patas, y son utilizados para la manipulación del alimento y su transporte al área bucal. En general, las patas son largas y los movimientos son más rápidos que los de sus presas.

A continuación se resumen las principales características morfológicas de los Phytoseiidae, según Muma & Denmark (1970) (Figura 1).

- Apotele palpal con dos dientes.
- Quelícero constituido por dos quelas.
- Escudo esternal cuadrado, con 2 a 5 pares de setas laterales y 1 a 3 pares de poros laterales.
- Escudo dorsal entero o transversalmente dividido, y provisto con menos de 24 pares de setas.
- De 1 a 3 pares de setas sublaterales.
- El peritrema se extiende anteriormente desde el estigma mesolateral.
- Patas de tipo cursorial provistas de pretarso y ambulacrum.
- Apertura genital de la hembra protegida por una membrana anterior del escudo genital.
- Escudo genital con un par de setas laterales y más o menos truncado posteriormente.
- Un par de espermatecas que se abren entre las coxas III y IV.
- El escudo ventrianal puede presentar diversas formas: cuadrado, alargado, pentagonal, etc.; está provisto de 1 a 5 pares de setas preanales, un par paranal y una seta postanal.
- De 1 a 5 pares de setas ventrolaterales y un par caudal.
- Los machos poseen espermodáctilo en el quelícero.

Características Biológicas

En el desarrollo de los Phytoseiidae hay cinco estados biológicos: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. A diferencia de los Tetranychidae, no se observan estados quiescentes.

Los huevos son colocados, por lo regular, en el envés de las hojas; cuando están frescos son translúcidos y brillantes, y con el desarrollo se tornan opacos. Algunos presentan sustancias pegajosas que los adhieren al sustrato.

El estado larval es hexápodo; algunas especies no requieren alimentación para desarrollarse hasta protoninfa e incluso hasta deutoninfa.

Los estados ninfales se mueven rápidamente cuando son disturbados o cuando están buscando alimento; su apariencia es brillante y casi transparente.

Los adultos pueden variar de color (blanco, ámbar, rojo o café) lo que depende, en muchos casos, del color de la presa ingerida. Al aumentar en edad, el cuerpo de las hembras se agranda mucho más que el de los machos y adquiere forma de pera; así pueden ser vistas sin ayuda de lupa en el campo.

El apareamiento puede ocurrir inmediatamente después de la emergencia del adulto, y es requisito para que ocurra la oviposición, excepto en aquellas especies que presentan telitoquia.

Generalmente, el período de desarrollo de huevo a adulto de muchas especies de Phytoseiidae varía de 4 a 7 días, a una temperatura de 25°C. Esta característica --hacer un ciclo de vida en tan corto tiempo-- hace que se les considere candidatos importantes para el control biológico de Tetranychidae puesto que, mientras transcurre una generación (huevo a adulto) de la presa, se pueden desarrollar dos de Phytoseiidae.

En la Figura 2 se ilustra este proceso. La duración del ciclo está directamente relacionada con los cambios de temperatura y de humedad relativa.

La fecundidad varía considerablemente desde 0.1 a 4 huevos por hembra por día, en las diferentes especies, y es afectada por factores abióticos como el tipo de alimento, el sustrato, etc.

Hábitos Alimenticios

Los órganos de ingestión de alimento de los fitoseidos están localizados en el gnatosoma; aquí se encuentran las glándulas

salivales que están muy desarrolladas; se cree que producen una saliva rica en enzimas que es inyectada en a la presa para facilitar la predigestión y remover luego cómodamente el contenido de la presa (Starovir, 1973. citado por Chant, 1985). El mismo autor considera que el éxito de succionar este contenido dependería de la desintegración de los tejidos y ésta sería imposible sin la inyección apropiada de enzimas en la presa.

La cavidad bucal, dentro de la cual sobresale la boca. se abre internamente en una faringe provista de fuertes músculos que se dilatan y contraen, actuando como bomba de succión para remover el contenido del cuerpo de la presa.

En los Phytoseiidae hay por lo menos dos divertículos o ciegos gástricos. los cuales proporcionan una cavidad adicional con más superficie para que la digestión se lleve a cabo. Estos ciegos son extensiones de los ventrículos. y cuando se llenan con material alimenticio se puede a veces ver a través del idiosoma, translúcido. una estructura en forma de H.

Los fitoseidos, por lo regular, succionan a sus presas hasta dejarlas totalmente secas, y parece que están adaptados para ingerir grandes volúmenes de alimento de una sola vez. y a intervalos irregulares según el momento en que se capture la presa.

En los fitoseidos especialistas predominan los hábitos alimenticios de depredadores o carnívoros, aunque algunas especies complementan su dieta con materiales de origen vegetal, como el polen o las secreciones de las plantas. En general, los ácaros Tetranychidae son su presa preferida, pero hay algunas especializaciones o preferencias.

En el caso de las especies presentes en el cultivo de la yuca, se observa que algunas especies de Phytoseiidae muestran cierta asociación tanto con las de fitófagos, como con su distribución en la planta. Por ejemplo, *Typhlodromalus limonicus* s.l. y *T. tenuiscutus*, prefieren como alimento las especies de *Mononychellus* y se encuentran frecuentemente en las partes superior y media de las plantas; *T. aripo* se halla fácilmente en el cogollo que aún no se ha abierto totalmente; *Neoseiulus anonymus*, *Galendromus annectens*, *Phytoseiulus macropilis* y *Cydnodromella pilosa*, entre otras, prefieren como presa a *T. urticae*. Esta desarrolla densas telarañas por las cuales los depredadores se movilizan y que emplean como sitios de oviposición.

Conviene mencionar que se han hallado muchos fitoseidos alimentándose de larvas de trips, de huevos y primeros estados de escamas, y de huevos y ninfas de mosca blanca.

Especies Registradas en el Cultivo de la Yuca

Byrne et al. (1983) registraron en el cultivo de la yuca, ocho especies de Phytoseiidae; diez años después, gracias a diferentes exploraciones realizadas por el Proyecto Acaros en diferentes zonas yuqueras del continente, se comprobó en ellas la presencia de cerca de 40 especies de esta familia, casi todas estrechamente asociadas con las especies de Tetranychidae que son plagas.

De 1983 a 1990, el CIAT hizo exploraciones para la búsqueda de Phytoseiidae en áreas de América del Sur donde se cultiva la yuca. En estas exploraciones se hacía evaluación cuantitativa y cualitativa de *Mononychellus tanajoa* y de otros Tetranychidae, así como de las poblaciones de sus enemigos naturales, en la yuca y en plantas aledañas (CIAT, 1991).

Como resultado de este inventario sistematizado de enemigos naturales de una plaga de la yuca, se encontró que el complejo de Phytoseiidae asociado con *Mononychellus*, y el complejo de Tetranychidae en los cultivos al norte de América del Sur alcanza su máxima diversidad en Colombia, donde se han identificado 40 especies; 18 de ellas son comunes, es decir, se

encuentran frecuentemente en el cultivo (CIAT, 1990). En Brasil se han registrado 22 especies en yuca y sólo dos son comunes (Moraes et al., 1991).

De las especies encontradas más frecuentemente, es interesante constatar que el 96% de las colecciones (n = 663) corresponden a *Typhlodromalus limonicus* s.l., esta es, por tanto, la especie de mayor distribución, y está generalmente asociada con bajas poblaciones de *Mononychellus* sp. En la región semiárida de Colombia esta especie es reemplazada por *Neoseiulus idaeus*, la cual se presenta en combinación con *M. caribbeanae* (Braun et al, (1993).

Es importante el hecho de haber encontrado en un solo hospedante vegetal un grupo tan amplio de especies nativas de fitoseidos, y especialmente haber registrado la presencia de algunas de ellas en diferentes habitat, en los que permanecían durante todo el ciclo del cultivo.

Según Pimentel & Wheeler (1973), muchos artrópodos depredadores que ocurren en los habitat agrícolas son visitantes transitorios, mientras que otras especies son

hallados constantemente y mantienen sus poblaciones en varios cultivos.

Estas especies depredadores son decisivas, ya que persisten en los ecosistemas y tienen comportamientos o atributos fisiológicos que les permiten sostener su población durante los cambios de habitat.

Insectos Depredadores

Varias especies de insectos han sido reportados como depredadores de ácaros Tetranychidae. Pertenecen a los órdenes Coleóptera, Thysanoptera, Hemíptera, Díptera, Neuróptera y Dermáptera. El grado de adaptación a sus presas, así como su eficiencia en el control de las poblaciones de las plagas varía con las especies y con las condiciones ambientales.

Stethorus sp. (Coleóptera: Coccinellidae)

Según Chazeau (1985), han sido descritas cerca de 60 especies en este género, considerado el de mayor importancia en el grupo de insectos depredadores. Los Coccinellidae son pequeños (1 a

1.5 mm) y exterior pubescente; casi todas las especies conocidas son negras con apéndices de color café o amarillo.

Estos insectos se presentan en regiones de muy diversos climas desde Canadá a Nueva Guinea, y en muchos ecosistemas desde el bosque tropical hasta las sabanas secas. Tanto los adultos como las larvas son depredadores especializados de Tetranychidae y en menor escala de Tenuipalpidae: el 40% de las especies registradas han sido halladas atacando ácaros de importancia económica.

El ciclo de vida incluye 6 estados inmaduros: el huevo, 4 estados larvales y la pupa. Los huevos son alargados, ovales, y generalmente de color crema pálido recién ovipositados; a medida que avanza la incubación se tornan de color café. Generalmente se colocan uno a uno sobre la hoja entre las colonias de ácaros. De acuerdo con estudios realizados por Lenis *et al.* (1988) en condiciones de laboratorio (25°C y 70% ± 5% de humedad relativa), para la especie *Stethorus tridens* el período de incubación fue de 4.2 días.

El color de la larva varía con la edad y la especie desde crema pálido hasta café o gris. Los últimos instares son más

activos y voraces. Cada uno de los cuatro estados larvales de *S. tridens* requiere para su desarrollo de 1.8 a 3.2 días, siendo el I y IV instar los que presentan mayor duración (2.5 y 3.2 días) si son alimentados con *M. tanajoa* y *T. urticae*, respectivamente.

Las pupas son café oscuro y se fijan a la hoja, en el caso de *S. tridens* tuvieron una duración de 3.2 días, en promedio.

En síntesis, el desarrollo total (huevo-adulto) de esta especie tuvo una duración de 17.2 ó 15.2 días si la presa era *M. tanajoa* o *T. urticae*, respectivamente. La relación de sexos parece ser constante: 1 macho por 1 hembra. El apareamiento puede ocurrir 24 horas después de la emergencia de la hembra.

Se pudo constatar que las hembras de *S. tridens* son muy sensibles al tipo de presa que consuman, tanto en sus parámetros reproductivos (preoviposición, fecundidad) como en la longevidad, como se demuestra a continuación: cuando el alimento fue *M. tanajoa* se registró una preoviposición de 21.3 días, una longevidad de 78.1 días, y un promedio de 5.8 huevos; cuando la presa fue *T. urticae*, estos parámetros fueron 14.4 días, 98 días y 170.8 huevos respectivamente. Los machos se

diferencian de las hembras por el achatado margen posterior del último segmento abdominal.

Hábitos alimenticios

La larva succiona su presa, extrayendo el contenido líquido del cuerpo por digestión extraoral.

Los adultos pueden volar activamente y agregarse en colonias; las hembras grávidas comen dos veces más presas que los machos, y este comportamiento está muy relacionado con el incremento de su temperatura.

La capacidad de agregarse cuando hay altas infestaciones de ácaros y de dispersarse cuando la presa escasea son característica de estos depredadores. Se cree que necesitan una población mínima de ácaros para colonizar exitosamente un cultivo de yuca infestado, y presas alternas en la vecindad para sobrevivir cuando el alimento preferido escasea.

En las observaciones del consumo de *S. tridens* se pudo establecer que el estado de presa preferido son los huevos de

los Tetranychidae, y que el adulto y el último instar larval del depredador son los más voraces.

Oligota sp. (Coleóptera: Staphylinidae)

Tanto las larvas como los adultos de esta especie predan en especies de Tetranychidae. Los adultos son pequeños, (1 a 2 mm), alargados, totalmente esclerotizados, y bastante frágiles: su color es generalmente negro o café oscuro, aunque algunas especies presentan élitros, patas o apéndices amarillos. El abdomen se proyecta más allá de los cortos élitros, y frecuentemente se observa curvado hacia arriba.

Los huevos son de forma ovalada; recién colocados son de color amarillo claro, con una fina reticulación en la superficie. Las hembras los colocan aisladamente y a veces en grupos de 3 ó 4 a lo largo de las nervaduras e inmediatamente después los cubren con exuvias o cadáveres de ácaros. Los huevos son visibles con ayuda de una lupa.

De acuerdo con Lenis *et al.* (1987), bajo condiciones de laboratorio, *Oligota centralis* tiene un período de incubación, en promedio de 4.1 días.

Durante el desarrollo atraviesa por tres instares larvales; la larva totalmente desarrollada mide cerca de 2 mm. es de color amarillo, y en el octavo tergito abdominal dorsalmente, lleva un osmeterium, que parece tener una función de protección ya que libera una sustancia de olor repulsivo cuando la larva es molestada. Para *O. centralis* se pudo establecer que los estados larvales requieren de 1 a 2.5 días para desarrollarse de un estado a otro.

La larva desarrollada inicia la búsqueda de un sitio donde empupar, que está de 0.5 a 1 cm de la superficie del suelo. Penetra el sustrato en posición de "s" dejando el abdomen fuera, y empieza a tejer un capullo. Esta fase del desarrollo se denomina prepupa.

La pupa, ya encerrada en el capullo formado por seda y enterrada en el suelo, tiene una duración de 9 días en el caso de *O. centralis*.

El desarrollo total huevo - adulto de esta especie toma 18 días; no hubo diferencias significativas en este tiempo respecto al tipo de presa consumida.

El adulto de los Staphylinidae, por ejemplo *S. tridens*, se ve afectado en su comportamiento reproductivo por el tipo de alimento que consume. Según Lenis *et al.* (1988), en estudios realizados en CIAT bajo condiciones de laboratorio, el período de preoviposición tiene una duración de 7.6 ó 5 días, la longevidad promedio es de 53.1 ó 39.1 días, y el promedio total de huevos por hembra es de 32.6 u 80.8 si las presas son *M. tanajoa* y *T. urticae*, respectivamente.

Hábitos alimenticios

La larva succiona la presa y se observan varias regurgitaciones antes de que deseche el acaro muerto.

Al observar el consumo de *O. centralis*, se comprobó que el estado preferido son los huevos de cualquiera de los Tetranychidae. Como en *S. tridens*, las larvas de último instar y el adulto son los estados más voraces.

Hongos Patógenos de Acaros

De acuerdo con Alvarez (1990), estudios y registros anteriores muestran que los hongos acaropatógenos desempeñan un papel

importante en la regulación natural de las poblaciones de los ácaros plaga. El interés creciente en esta área de investigación radica en que no es de naturaleza puramente académica porque tiene aplicaciones importantes. Según varios autores citados por Alvarez (1990), el control biológico natural ejercido por hongos sobre las poblaciones de ácaros causaría una mortalidad superior a un 80%. potencial que debe explotarse en la lucha contra los ácaros plaga.

Como resultado de un reconocimiento de los acaropatógenos en el cultivo de la yuca, Alvarez (1990) encontró individuos de *M. tanajoa* y *T. urticae* que presentaban momificaciones y halló epizootias abundantes bajo condiciones de campo y en casas de malla, causadas por el hongo *Neozygites* sp.

El autor asocia los individuos infectados de las dos especies de Tetranychidae, con las siguientes características:

1. Pérdida de movilidad progresiva
2. Aumentan de volumen y pierden las arrugas de su placa dorsal; su color se aclara bastante tomando una apariencia oleácea o brillante.

3. Posteriormente, los ácaros enfermos se oscurecen, pierden el brillo, y toman una apariencia opaca; el color pasa del amarillo al habano claro o café, y en algunos casos hasta el negro brillante; en este momento los ácaros mueren y se momifican.
4. Generalmente las patas delanteras de los ácaros quedan estiradas, y las manchas ocelares de color rojo se tornan difusas.
5. En algunos casos, los individuos de *M. tanajoa* infectados se asociaron con la aparición de una cristalización con coloraciones entre el café y el pardo rojizo brillante.

Forma de Acción sobre *Mononychellus* sp. y *Tetranychus* sp.

Según Alvarez (1990), cuando el ácaro presenta alguna sintomatología ha comenzado a ser invadido por pequeños cuerpos hifales, que inicialmente son de forma redondeada; éstos crecen un poco y algunos se dividen por fisión, originando dos nuevos cuerpos hifales. Posteriormente se alargan tomando formas irregulares al comenzar a retorcerse.

Luego estos cuerpos se alargan, se agrupan, y toman formas más regulares; en este punto ya han llenado el hemocele del ácaro. Esta invasión interna es la causa real de la mortalidad del espécimen. Cuando el ácaro muere y externamente comienza a momificarse, internamente los cuerpos hifales se han agrupado y se alargan para alcanzar la superficie o cutícula del acaro.

La apariencia polvosa sobre el individuo infectado es el signo externo de la conidiogénesis. La emergencia de las conidias ocurre de la siguiente manera: cada cuerpo hifal se convierte en un conidióforo, pequeñas protuberancias van emergiendo y cada punta del cuerpo hifal presiona hasta romper el exoesqueleto por entre las estrías.

Los cuerpos hifales emergen por todas partes, menos por las patas, los quelíceros y el escudo ventral. Cuando cada conidióforo alcanza su máximo tamaño, su punta se torna esférica; cuando está maduro se observa en él la línea donde ocurrirá el desprendimiento de la conidia. Entonces se rompe originando una conidia primaria; éstas son redondas, y en ellas queda la cicatriz de la ruptura.

De esta forma, la coloración externa blanca corresponde a una conidiogénesis abundante. Algunas de estas conidias dan origen a tubos delgados o capilares, sobre los cuales crecen unas conidias en forma de almendra que son, supone el autor, las encargadas de propagar la infección.

Alvarez (1990) no identifica con precisión el patógeno: las dificultades que presenta su aislamiento y cultivo han hecho imposible la determinación de la especie. El mismo autor encontró que el hongo infecta todos los estados móviles de los tetraníquidos. La conidiogénesis es inhibida por una humedad relativa inferior a 65%; sin embargo, la formación de conidias adhesivas o capiloconidias, responsables de la propagación de la infección, ocurre únicamente cuando la H.R. es menor que 65%. No se encontró evidencia alguna de patogenicidad de este hongo en los ácaros fitoseidos.

Las exigencias de humedad relativa, así como su aislamiento y su cultivo difíciles representan limitantes del empleo de este hongo patógeno de ácaros en programas de manejo integrado de plagas. Es posible introducir el patógeno en zonas donde no existe, por ejemplo en Africa, mediante liberaciones de ácaros vivos infectados.

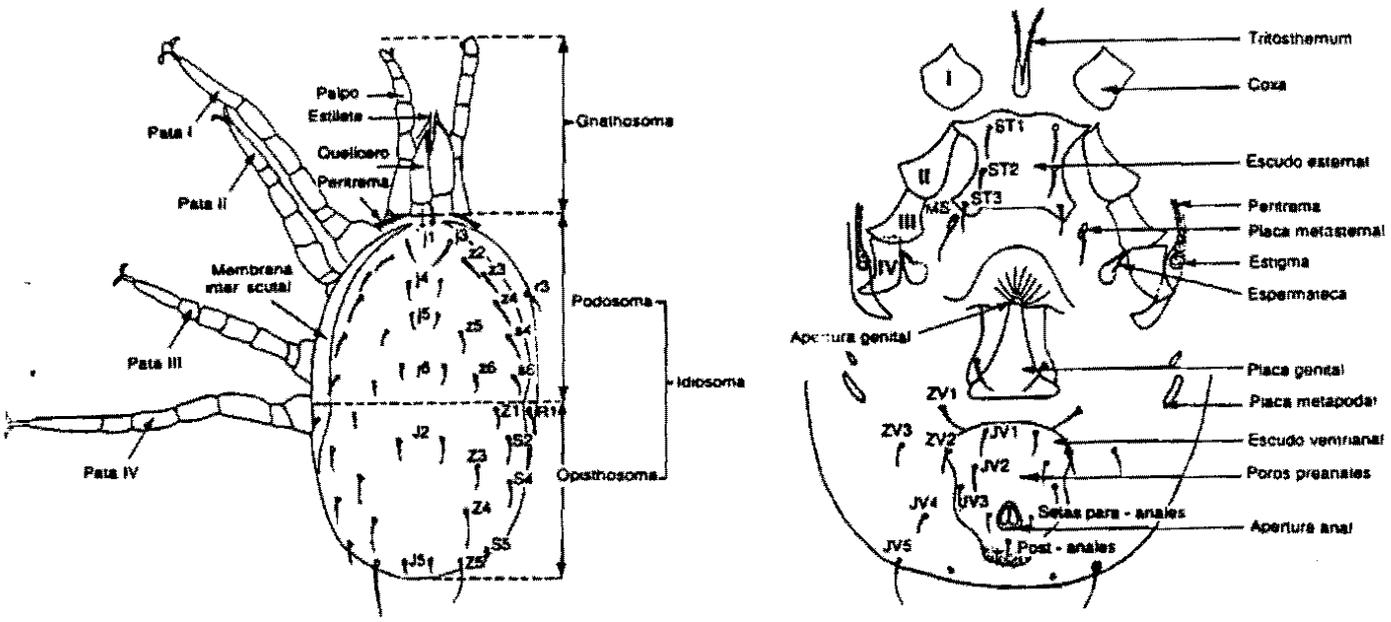


Figura 1. Características morfológicas de los Phytoseiidae de importancia taxonómica.

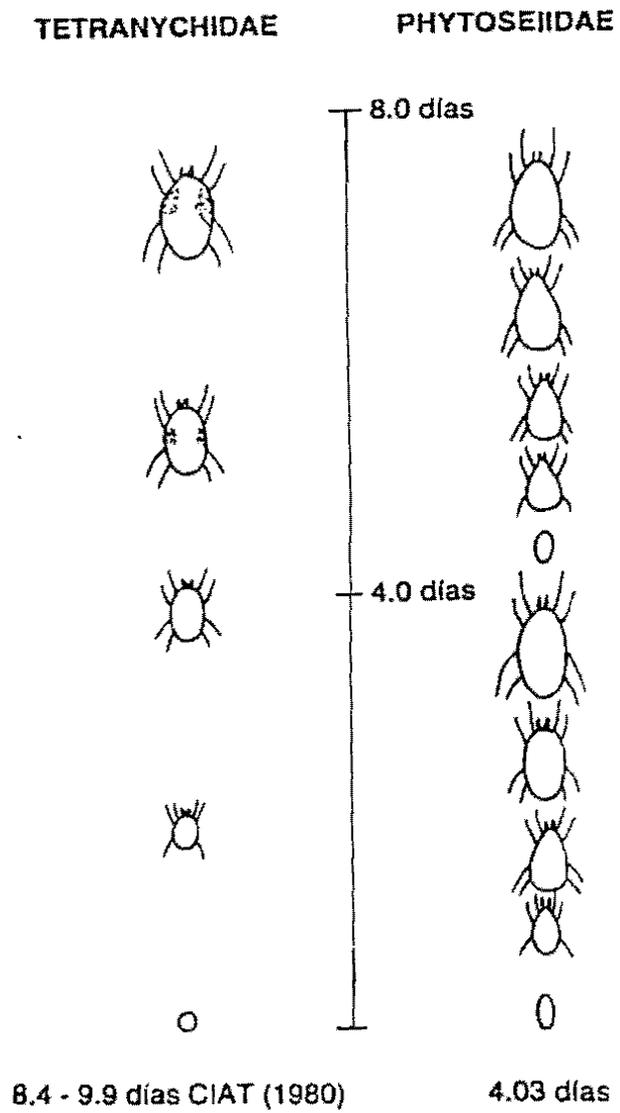


Figura 2. Comparación de los ciclos de vida de un Phytoseiidae y de un Tetranychidae.

Bibliografía

- Alvarez, J.M. 1990. Estudios de patogenicidad de un hongo asociado con *Tetranychus urticae* Koch y *Mononychellus tanajoa* (Bondar), ácaros plaga de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 113 p.
- Andrews, K. 1989. Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas. En: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Andrews, K & Quezada, J.R. (ed). p. 4-20.
- Braun, A.R.; Mesa, N.C.; Cuellar, M.E.; Melo, E.L. and Moraes, G.J. de. 1992. Biosystematics of Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with cassava. Exp. Appl. Acarol. (in press).
- Braun, A.; Alvarez, J.M.; Cuéllar, M.E.; Duque, M.C.; Escobar, J.R.; Franco, C.; Gaigl, A.; Guerrero, J.M.; Lenis, J.I.; Melo, E.L.; Mesa, N.C. y Zúñiga, R. 1993. Inventario de ácaros fitófagos y de sus enemigos naturales en el cultivo de la yuca en Ecuador. En: A.R. Braun (ed.). Bases

fundamentales para investigación sobre los ácaros plagas y sus enemigos naturales en el Ecuador. Documento de trabajo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. (en impresión).

Byrne, D.; Bellotti, A.C. and Guerrero, J.M. 1983. The cassava mites. *Trop. Pest Management* 29(4):378-394.

Chant, D.A. 1985. Systematics and taxanomy. En: *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Helle, W. & Sabellis, M.W. (ed.). Elsevier Science Pub. Leiden. Holanda. p. 17-19.

Chazeau, J. 1985. Predaceous insects. En: *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Helle, W. & Sabellis, M.W. (ed). Elsevier Science Pub. Leiden. Holanda. p. 211-246.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. *Biological control of cassava green mite*. p. 129-179. En: *Cassava Program annual report. 1989*. Cali. Colombia. 553 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991.

Entomology and acarology. p. 141-170. En: Cassava Program annual report. 1990. Cali, Colombia. 477 p.

Cuéllar, M.E.; Mesa, N.C.; Braun, A.; Duque, M.C. y Melo, E.L.

1991. Diferenciación de poblaciones de *Amblyseius limonicus* Garman & McGregor *sensu lato* (Acarina: Phytoseiidae) en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Rev. Col. Ent. (en impresión).

Debach, P. 1968. Control biológico de insectos plagas y malas hierbas. Compañía Editorial Continental. México.

Lenis, J.I.; Bellotti, A.C.; Zuluaga, J.I.; Mesa, N.C. y Duque, M.C. 1987. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Oligota centralis* (Coleóptera: Staphylinidae) depredador de ácaros en yuca. Rev. Soc. Col. Entom. (en impresión).

Lenis, J.I., Bellotti, A.C. y Duque, M.C. 1988. Estudio comparativo de las tablas de vida y comportamiento alimenticio de *Oligota centralis* (Col.: Staphylinidae) y *Stethorus trindens* (Col. Coccinellidae) predadores de ácaros Tetranychidae en yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

XV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología.

Resúmenes.

McMurtry, J.A.; Huffaker, C.B. and Van de Vrie, M. 1970.

Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. I. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia* 40 (11): 331-330.

McMurtry, J.A. 1982. The use of phytoseiids for biological control: Progress and future prospects. En: Recent advances in knowledge of the Phytoseiidae. Hoy, M.A. (ed.). University of California Publication 3284. p. 23-48.

McMurtry, J.A. 1992. Dynamics and potential impact of "generalist" phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. *Exp. & Applied Acarology*. 14(1991):371-382.

McMurtry, J.A. and Scriven, G.T. 1965. Insectary production of phytoseiid mites. *J. Econ. Entomol.* 58 (2):282-284.

Moraes, G.J. de; Mesa, N.C.; Braun, A. and Melo, E.L. 1993.

Descriptions of two new phytoseiids (Acari: Phytoseiidae) from South America, new reports and measurements of closely related species. Int. J. Acarol.

Mesa, N.C. y Bellotti, A.C. 1986. Ciclo de vida y hábitos alimenticios de *Neoseiulus anonymus*, predador de ácaros Tetranychidae en yuca. Rev. Col. de Entom. 12(1): 55-65.

Muma, M.H. and Denmark, H. 1970. Arthropds of Florida and neighboring land areas; Phytoseiidae of Florida. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. vol. 6, 150 p.

Pimentel, D. and Wheeler, Jr, A.G. 1973. Species and diversity of arthropods in the alfalfa community. Environment Entomol. 2:659-668.

Sabelis, M. 1981. Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators; Part 1: Modelling the predator-prey interaction at the individual level. Agric. Res. Reports. 910. Pudoc, Wageningen, Holanda. 242 p.

Yaninek, J.S.; Onzo, O. and Ojo, J.B. 1992. Continent-wide experiences releasing neotropical phytoseiids against the exotic cassava green mite in Africa. Exp. Appl. Acarol. (presentado).

MÉTODOS DE CRÍA DE LOS ACAROS PHYTOSEIIDAE¹

Nora Cristina Mesa C.*

Jorge Iván Lenis

Importancia de los Métodos de Cría Masiva en un Programa de Control Biológico

El desarrollo de metodologías de cría masiva de ácaros Phytoseiidae se considera un componente básico dentro de un programa de control biológico de ácaros fitófagos en yuca. La meta de un plan de producción masiva de fitoseidos es obtener, con un mínimo de trabajo y de espacio, el número máximo de hembras fértiles y de buena calidad, dentro de un período corto de tiempo y a bajos costos económicos (DeBach, 1968).

La producción a gran escala de un enemigo natural, en nuestro caso los fitoseidos, tiene dos propósitos principales:

- a. Permite realizar estudios básicos, como ciclos de vida, hábitos y relaciones entre depredadores y presa.

¹ Tomado de "Acaros plaga en el cultivo de la yuca y sus principales enemigos naturales" Unidad de Aprendizaje para la Capacitación en Tecnología de Producción de yuca, (No. 8), CIAT (en impresión).

* Asociado y Asistente de Investigación, respectivamente en el Programa de Yuca (CIAT). Actualmente, en Unidad de Materiales para Capacitación, CIAT.

- b. Proporciona grandes cantidades de individuos de la especie que se quiere introducir en un ecosistema, dentro de un plan de liberaciones.

Makauer (1972), describe la cría masiva como la propagación, en condiciones de laboratorio, de una o más generaciones de material biológico recolectado en el campo. El procedimiento incluye la selección de un pie de cría, y el mantenimiento de esta colonia bajo condiciones que, se espera, no altera el comportamiento de la población aislada en el laboratorio con respecto a una población similar que esté bajo condiciones de campo.

El diseño, a pequeña escala, de una unidad básica de cría, que sea eficiente en la producción de depredadores es el paso inicial de un proyecto de cría masiva; en efecto, si se conoce la producción promedio de esa unidad, sólo resta establecer una producción en serie a fin de obtener el nivel de población deseado (De Bach, 1968).

Algunos autores creen que la manipulación masiva de depredadores puede presentar los siguientes problemas:

Hoy *et al.* (1982) señalan que durante el proceso de cría pueden ocurrir cambios en las colonias debidos a influencias genéticas o ambientales; estos cambios reducen la eficiencia esperada de los enemigos naturales después de su liberación.

Dicke *et al.* (1989) indican que, en un programa de cría masiva de artrópodos benéficos, ciertos aspectos económicos pueden modificar la clase de materiales de cría, por ejemplo, especies presa y sus plantas hospedantes; estos cambios pueden afectar la calidad del insecto benéfico. En muchos programas de cría a nivel comercial, la especie hospedante es diferente de la del cultivo en que se hará el control biológico, y ocasionalmente la especie presa también difiere de la plaga que se controlará. El ejemplo típico es la cría de *Amblyseius cucumeris* y *A. mackensi*, ambos se usan en el control de varias especies de trips, y sin embargo se producen empleando ácaro de la harina (*Acarus siro*) como presa y el salvado de trigo como sustrato.

Proceso para Desarrollar Técnicas de Cría Masiva de Phytoseiidae

El desarrollo de una técnica de cría contempla tres procedimientos básicos estrechamente relacionados, que se ilustran en la Figura 1. Son los siguientes:

- Propagación de plantas limpias. Según la especie fitófaga que se desea multiplicar, se dispondrá de yuca o de frijol; estas plantas son el sustrato que alojará las poblaciones de presas.

- Desarrollo y mantenimiento de las colonias de las especies fitófagas, libres de cualquier contaminante. De esta producción, una parte se recolecta para alimento de los depredadores y otra se conserva para continuar la cría.
- Producción de los Phytoseiidae. Estas poblaciones se distribuyen en tres partes: una se usará en estudios básicos, otra servirá para experimentación en el campo, y la tercera se reserva para continuar la cría.

Propagación de Plantas Limpias

Cuando el agente benéfico se multiplica empleando follaje como sustrato de cría, la propagación de las plantas hospedantes de la presa --en este caso, los ácaros fitófagos-- es el primer paso. A continuación se describen los dos hospedantes vegetales de más uso en el CIAT.

Producción de plantas de yuca

Desde hace varios años se utiliza la variedad CMC-40, que tiene buena susceptibilidad al ataque de los ácaros, follaje abundante con hojas grandes, y material de siembra disponible.

Para tener plantas de buena calidad, se hacen las prácticas de cultivo corrientes como tratamiento de la semilla antes de la siembra, fertilización, deschuponada, y esterilización del suelo cuando sea necesario.

Las plantas se siembran en potes de 6 pulgadas de diámetro, y se mantienen en una casa de malla, con riego diario, aproximadamente dos meses: a esta edad ya están disponibles para ser infestadas por los ácaros Tetranychidae.

Esta fase inicial es básica para que todo el proceso se desarrolle bien; por tanto, es fundamental una programación de siembras que garanticen el suministro permanente de material limpio para infestarlo.

La yuca puede usarse como sustrato de cría de cualquier especie de *Mononychellus tanajoa*, *M. caribbeanae* y *Tetranychus urticae*.

Producción de plantas de frijol

La variedad Diacol Calima, bajo las condiciones de CIAT-Palmira, se caracteriza por el alto porcentaje de germinación, el follaje abundante, y su gran susceptibilidad a *T. urticae*. Como en el caso de la yuca, se deben

hacer las prácticas de tratamiento de la semilla antes de la siembra, de fertilización, y de esterilización del suelo si es necesaria.

A diferencia de la yuca, el frijol se siembra en bandejas plásticas de 60 x 40 cm y de poca profundidad (10 cm); se siembran aproximadamente 40 a 60 semillas por bandeja, y al cabo de 12 días, es decir, cuando las plantas tienen las hojas cotiledonales y el primer trofolio ya desarrollados, pueden ser infestadas; esto indica que el frijol es un hospedante rápidamente disponible por su corto ciclo de desarrollo.

Es importante controlar el punto de crecimiento apical de las plantas pues no conviene tener plantas muy altas.

El frijol puede usarse para la cría de *Tetranychus urticae* y de otras especies de Tetranychidae, pero no para *Mononychellus*.

Desarrollo y Mantenimiento de las Colonias de *Mononychellus tanajoa*, *M. caribbeanae* y *Tetranychus urticae*

Cuando las crías se desarrollan en plantas de yuca, se procede de la siguiente manera:

Sobre las plantas de yuca de dos meses de edad se colocan hojas y cogollos cubiertas por altas poblaciones de ácaros, y se espera una semana: al cabo de ésta los ácaros se han dispersado entre las plantas limpias y se han establecido. Quince días después de la infestación, es posible encontrar todos los estados de desarrollo de los Tetranychidae sobre las plantas. Es importante mencionar que, cuando se rieguen las plantas, no se debe mojar el follaje porque el agua contribuye a la disminución de las poblaciones de ácaros.

Para la infestación, se colocan hojas infestadas con el fitófago sobre las plantas por espacio de 4 a 5 días, al cabo de los cuales se retiran las hojas viejas para usar las plantas.

Este método resulta muy eficiente para obtener huevos de *T. urticae*, los cuales se usan en la alimentación de algunas especies de fitoseidos.

Las crías de fitófagos necesitan una supervisión muy estrecha para evitar en las plantas la presencia de enemigos naturales (insectos, ácaros u hongos patógenos) que predan en las crías antes de que puedan usarse, y de otras especies fitófagas que compitan con los ácaros fitófagos.

La cría de cada especie de fitófago debe hacerse en plantas independientes para evitar mezclas de especies en una misma colonia.

Métodos de Producción y Mantenimiento de Crías Masivas de Phytoseiidae en el Laboratorio

Durante varios años, el proyecto Control Biológico de Acaros de la Yuca establecido en el CIAT, ha desarrollado y adaptado varios sistemas de cría masiva de fitoseidos, para diferentes especies de estos ácaros recolectadas en exploraciones hechas en las zonas yuqueras del continente.

A continuación se hace una descripción detallada de cuatro métodos de cría.

Método Mesa & Bellotti

Fue descrito por Mesa & Bellotti en 1986 y desde entonces se ha usado con mucho éxito en casi todas las especies coléctadas en yuca.

El método requiere una bandeja plástica transparente de 30 x 25 x 20 cm. con tapa hermética que tenga un orificio de 10 cm de diámetro, y que esté forrada con papel filtro o, en ausencia de éste, con tela de

'dulce abrigo' para facilitar la aireación de la unidad de cría. En el interior de la bandeja se colocan, a diferentes niveles, dos parrillas metálicas: la primera a 5 cm de la base de la bandeja y la segunda a 5 cm de la primera. Sobre las parrillas se colocan las hojas que contienen los ácaros presa y las hembras de fitoseidos que estén disponibles.

Si las condiciones ambientales son de humedad y temperatura altas, es conveniente colocar, en la base de la bandeja, papel absorbente para regular la transpiración.

Vale la pena mencionar que este método se desarrolló para responder a una necesidad: algunas especies de fitoseidos recolectadas en yuca mostraban una estrecha relación con su presa, *M. tanaioa*, y con las hojas de yuca, y hasta cierta dependencia de la presa. No era posible multiplicar este grupo de fitoseidos sobre sustratos artificiales o con otro tipo de alimento.

Al iniciar una cría de cualquier especie, se colocan en la parrilla inferior hojas de yuca infestadas con especies de Tetranychidae junto con las hembras del depredador que esté disponible. Un día y medio después, los tetraníquidos han sido consumidos y las hojas comienzan a deteriorarse; entonces se coloca este primer nivel de hojas con el envés hacia arriba y sobre ellas 15 hojas frescas con abundante presa que

arraiga a los fitoseidos, los cuales, por sus propios medios, pasan a las hojas nuevas. Este intercambio de follaje cada día y medio, agregando hojas frescas a cada nivel y desechando las hojas más deterioradas, consiste el manejo de la colonia; se hace además una supervisión permanente de las condiciones de cría.

Método McMurtry & Scriven

Fue descrito por McMurtry & Scriven en 1965, y desde entonces es ampliamente conocido en la literatura sobre la cría de Phytoseiidae. Para adaptarlo a las condiciones del CIAT se le hicieron algunas modificaciones que se describen a continuación.

En un recipiente de uso doméstico de 35 x 25 x 5 cm se coloca una lámina de espuma de la misma área y de 1 cm de espesor, que se mantiene saturada de agua; sobre ella se coloca una lámina de plexiglás negro. En los bordes de esta lámina se adhieren pañuelos faciales (Kleenex) los cuales, al humedecerse, sirven de barrera para evitar que escapen los Phytoseiidae de la unidad de cría. Sobre el plexiglás se colocan, como alimento, huevos de *T. urticae*, polen de *Ricinus communis* y, en los extremos de la lámina, hilos de algodón impregnados de miel de abejas. Como lugar de reposo y oviposición dentro de la unidad de cría, se colocan hilos de

algodón prensados con laminillas cubreobjeto para evitar que se pierdan con la manipulación.

El método requiere que cada 8 a 10 días se transfiera con ayuda de un pincel, una parte de los individuos (especialmente las hembras) a otra unidad preparada en la misma forma.

El alimento (polen y huevos de *T. urticae*) se adiciona día de por medio. Las unidades de cría no deben recibir la luz directa.

Obtención de los huevos de *Tetranychus urticae*. Las hojas de yuca o de frijol provenientes de las colonias de la casa de malla se colocan dentro de una máquina lavadora que, por la turbulencia, desprende los huevos de las hojas; éstos son luego filtrados por diferentes tamices. Estos huevos se conservan en masa a 4°C en la nevera, y se suministran día de por medio a las colonias.

Obtención del polen de *Ricinus communis*. Se colectan ramas con inflorescencias de *R. communis*; éstas se colocan como un florero, y éste a su vez sobre un papel; allí se dejan de 3 días a 1 semana. Al abrirse los botones el polen empieza a liberarse y cae sobre el papel. El polen obtenido se guarda en un frasco en la nevera.

Método holandés modificado

El método original de cría practicado en Holanda se adaptó a nuestras condiciones. Requiere un recipiente dentro del cual se pueda colocar un ladrillo; el recipiente tendrá agua suficiente para que el ladrillo se mantenga sumergido y esté por tanto saturado.

Encima del ladrillo se coloca una parrilla metálica, similar a la usada en el método Mesa & Bellotti, y sobre ella toallas de papel; en éstas se colocarán las hojas de yuca o la clase de follaje que se usará.

Para iniciar una cría según este método, se colocan en las toallas unas 15 hojas con abundante cantidad de presa, y de 50 a 100 hembras del fitoseido. Se adicionan hojas, una encima de la otra, día de por medio; al cabo de unos 8 días, las hojas de la base se encuentran totalmente descompuestas, y se procede a retirarlas de la unidad de cría. Se continúa agregando hojas nuevas sobre las otras.

El recipiente debe colocarse dentro de una cámara, que consiste en una caja de paredes de plástico.

Jaula (método de cría de Phytoseiidae en condiciones de campo)

Este es el único sistema de cría que se desarrolla totalmente en el campo. Emplea las jaulas usadas para la cría del gusano cachón, de 3 x 3 x 2 m, construidas en PVC y forradas en malla plástica negra: si no se dispone de PVC se pueden hacer de madera. Las parcelas contienen 9 plantas sembradas a 1 m de distancia una de la otra.

En cada jaula se liberan, en promedio, de 800 a 1000 individuos que corresponden a todos los estados del ciclo de vida. Los fitoseidos se llevan al campo y se distribuyen sobre las nueve plantas.

Esta jaula como unidad de cría, tiene aspectos positivos y negativos al compararla con los sistemas tradicionales de laboratorio.

Aspectos positivos:

- Manipulación mínima de la población de fitoseidos.
- Bajos costos, porque no hace uso de follaje producido especialmente para las crías.

- Incremento de la población. Aunque este parámetro no se ha medido como precisión, se observa aumento de la población, especialmente de *N. idaeus*, con respecto a la población inicial.

Aspectos negativos:

- Es requisito fundamental garantizar suficiente población de la presa para que el depredador permanezca (caso particular de *N. idaeus*).
- A diferencia de una unidad de cría de laboratorio, en la jaula es muy difícil llevar un control de la población, porque las plantas son compartidas por muchos otros insectos y ácaros.
- Es necesario definir el período en que la población de la especie confinada alcanza su máximo crecimiento como ocurre con *T. tenuiscutus*.

Sistemas de Envío de Acaros Phytoseiidae

En un proyecto de introducción y colonización de algunas especies de fitoseidos de la yuca es necesario diseñar métodos eficientes, sencillos

y poco costosos para el envío de estos depredadores a otros países. El propósito es establecer crías masivas de ellos en colaboración con otras instituciones o centros de investigación, como el CIBC (lugar de cuarentena en Inglaterra), la Universidad de Amsterdam, en Holanda, y el IITA, destino final de los fitoseidos donde son liberados .

El éxito del envío de los fitoseidos desde Colombia (CIAT) hasta Europa depende de la capacidad de sobrevivencia de tales ácaros, ya que durante 72 a 100 horas deben permanecer en tránsito antes de ser recibidos en Londres o en Amsterdam para efectos cuarentenarios. A continuación se describen dos métodos de envío.

a. Método CIAT

Se ha comprobado que el sistema más eficiente de envío es aquél en que los depredadores viven en condiciones tan cercanas a su medio natural como sea posible. Por tal razón, el método siguiente ha tenido éxito.

Una hoja de yuca con abundante población de *Mononychellus tanajoa* (todos los estados de 1000 a 2000) su pecíolo se coloca dentro de un frasco con agua y éste se sella con parafilm para impedir que el agua se derrame.

La hoja se coloca en una caja petri plástica de 15 cm de diámetro por 2.5 cm de alto en cuya base se ha colocado un papel filtro para eliminar el exceso de humedad que adquiere la caja: al confinar los fitoseidos, esta unidad se tapa y se sella con cinta de enmascarar.

Es necesario sujetar cada frasco con cinta a la base de la caja para evitar que el movimiento de éste mate los ácaros. Este sistema es viable siempre y cuando en el lugar donde se envíen los fitoseidos se permita introducir material vegetal. En el siguiente método no se envían hojas con los ácaros.

b. Método McMurtry & Scriven

Este método, descrito en 1962, usa como sustrato el agar.

Se emplean frascos de vidrio de 4 1/2 cm de alto por 1 cm de diámetro, que se tapan con un tul fino para impedir que los ácaros escapen. Dentro del frasco se coloca un papel plegado en forma de abanico que proporciona lugares de refugio para los fitoseidos y absorbe la humedad.

Se vierte luego en el frasco agar hasta más o menos 1/2 cm desde el fondo, y sobre el agar un disco de papel filtro del mismo diámetro.

de manera que cubra el medio de cultivo; así los fitoseidos no entrarán en contacto directo con el medio.

Métodos de Liberación de Acaros Phytoseiidae

Las liberaciones de Phytoseiidae en cultivos a campo abierto no han tenido tanto éxito como en otros casos de control biológico en que se ha empleado otro tipo de reguladores naturales.

Tal como lo indica McMurtry (1982), la exploración, introducción, liberación y establecimiento de enemigos naturales en áreas nuevas, es decir, "el control biológico clásico", ha sido exitoso en los casos de control de insectos plaga; sin embargo, relativamente poco se ha logrado en el control de ácaros plaga en los cultivos.

Uno de los casos más típicos es el de cítricos y aguacate en California, E.U.; allí se desarrolló un plan de introducción de especies exóticas para el control de ácaros plaga en esos cultivos. Los investigadores probaron 20 especies de Phytoseiidae de las cuales solo 2 lograron establecerse, *Amblyseius stipulatus* Athias-Henriot y *Typhlodromus rickeri* Chant.

De las 20 especies inicialmente liberadas, sólo 3 se pueden catalogar como ácaros especialistas: *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* y *Typhlodromus rickeri*; esta última especie fue la única que se estableció. Las 17 restantes se clasifican como de hábitos generalistas, y de ellas sólo *A. stipulatus* permaneció y desplazó a la especie nativa *Euseius hibisci* en el área de San Diego County (McMurtry, 1989).

McMurtry (1992) expresa también que, según sus investigaciones sobre interacciones entre Phytoseiidae y Tetranychidae en cítricos y aguacate en California, pudo observar que los Phytoseiidae generalistas se presentaban en forma comparable en los dos agroecosistemas.

El mismo autor considera que en muchos sistemas agrícolas, especialmente en los de árboles que reciben pocas aplicaciones de pesticidas, los fitoseidos especialistas son escasos y aun ausentes, y la fauna es dominada por los generalistas; estos son los que tienen un amplio rango de alimentos y su número no está correlacionado con el de la presa.

Entre 1984 y 1988, en los cultivos de yuca de Africa se han liberado 11 especies (18 poblaciones diferentes), es decir, más de 5.5 millones de fitoseidos de cepas procedentes de Colombia. Dichas liberaciones se

hicieron en 348 sitios de 10 países. Ninguna de estas especies y poblaciones llegó a establecerse en un rango amplio de condiciones agronómicas o ecológicas probadas. El poco éxito de estas liberaciones puede deberse a las fuentes inadecuadas de alimentos alternos cuando escaseaban las poblaciones de *M. tanaioa*, o los períodos prolongados de baja humedad relativa (Yaninek *et al.*, 1992). Estos fitoseidos fueron recuperados en un rango de tiempo de 1 mes a 6 meses.

Hacia 1988 se introdujeron en Africa dos cepas de *N. idaeus* y *T. limonicus* s.l. (= *A. manihotae*) procedentes del Nordeste de Brasil. Aproximadamente 1.9 millones de fitoseidos se liberaron en 133 sitios de 6 países entre 1989 y 1990. Los resultados del seguimiento de estas poblaciones indican que se han recuperado, en períodos de 4 a 6 meses como mínimo y de 11 a 18 como máximo; también se ha registrado su establecimiento en Benin y Kenya.

Hasta el presente, los mejores resultados obtenidos por el CIAT en la liberación de Phytoseiidae en cultivos de yuca provienen de la siguiente técnica:

En una parcela de 100 plantas donde se realiza la liberación se protegen 9 plantas centrales con una jaula de 3 x 3 x 3 m, forrada con malla y usada normalmente para la cría del gusano cachón. Se liberan día

de por medio, 100 individuos por planta por durante 6 a 8 días; se deja por unos 5 días esta población confinada en las jaulas, y luego éstas se retiran dejando las plantas a la intemperie.

En el período de confinamiento se ofrece a los fitoseidos provenientes de la cría de laboratorio un tiempo de preadaptación a la condiciones de campo, y de incremento de sus poblaciones.

Si la especie que se libera fue cultivada en el laboratorio por el método Mesa & Bellotti, o por otro método en que se use follaje como sustrato de cría, la liberación se hace colocando las hojas de la unidad de cría sobre las hojas de las plantas para que los fitoseidos pasen a éstas por sus propios medios, sin ninguna manipulación.

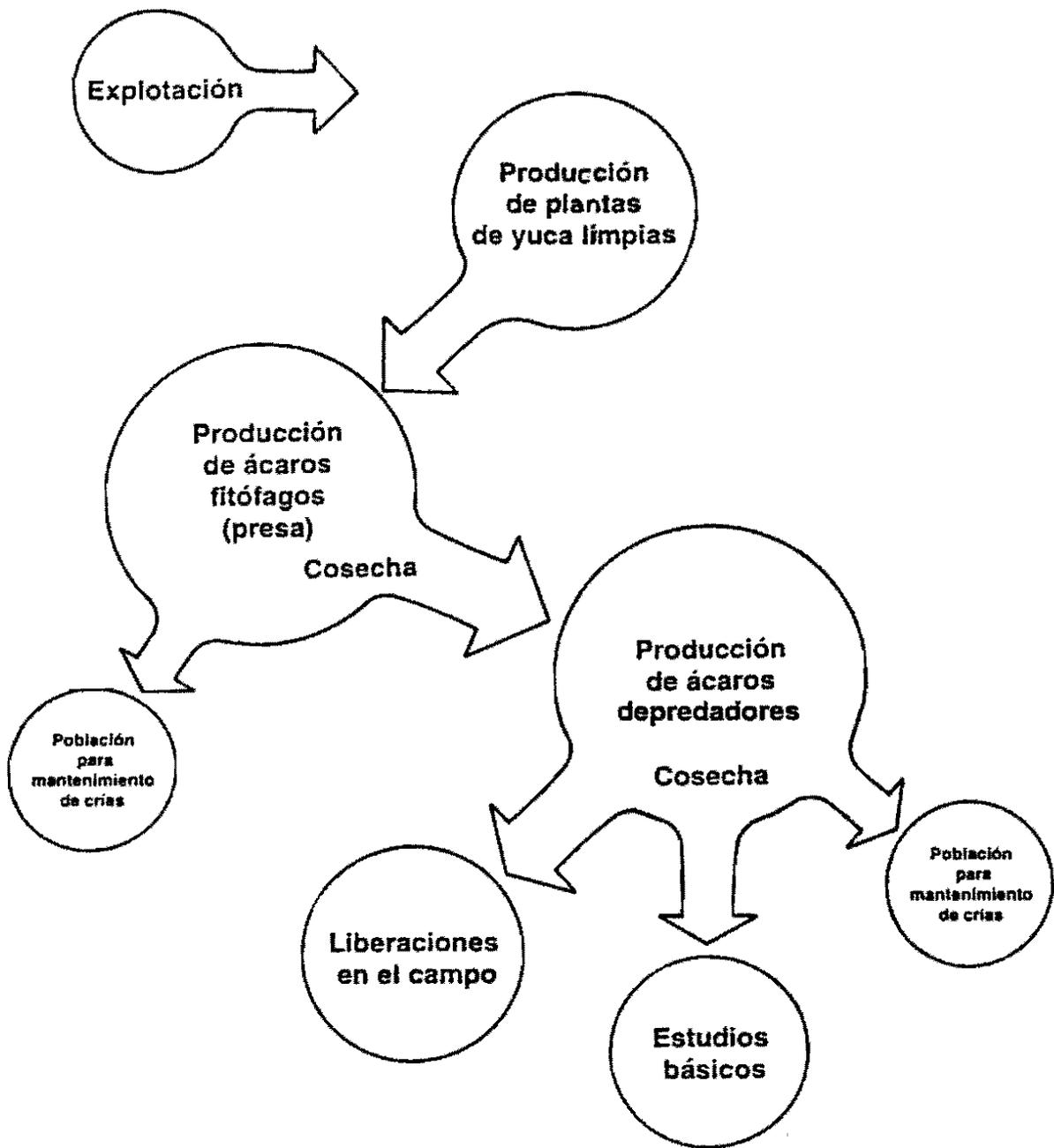


Figura 1. Proceso de la producción de Phytoseiidae.

Bibliografía

- Debach, P. 1968. Control biológico de plagas de insectos y malas hierbas. 1a. ed. Compañía Editorial Continental, México. 927 p.
- Dicke, M.; Marijke de J.; Alers, M.P.; Stelder, F.C.; Wunderink, R.; Post, J. 1989. Quality control of mass reared arthropods: nutritional effects on performance of predatory mites. *J. Appl. Ent.* 108: 462-475.
- Hoy, M.A. 1982. Genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. pp 72-89. En *Recent Advances in Knowledge of the Phytoseiidae*. M. Hoy (Ed.) University of California. Division of Agricultural Sciences. Publication 3284.
- McMurtry, J.A. y Scriven, G.T. 1965. Insectary production of phytoseiid mites. *J. Econom. Entomol.* 58(2):282-284.
- Makauer, M. 1972. Genetic problems in the production of biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.* 21:369-385.
- McMurtry, J.A. 1982. The use of phytoseiids for biological control: progress and future prospects. En: M.A. Hoy (edi.), *Recent advances*

in knowledge of the Phytoseiidae. Publ. 3248. University of California Press, Berkeley. p. 23-48.

McMurtry, J.A. 1989. Utilizing natural enemies to control pest mites on citrus and avocado in California, U.S.A. En: C.P. Channabasavanna and C.A. Viraktamath (edi.). Progress in acarology; Proceedings. VII International Congress on Acarology. Oxford and I.B.H., New Delhi. vol. 2. 325-336.

McMurtry, J.A. 1992. Dynamic and potential impact of generalist phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. *Experimental & Applied Acarology* 14:371-382. (Elsevier Science Pub. Amsterdam).

Mesa, N.C. y Bellotti, A.C. 1986. Ciclo de vida y hábitos alimenticios de *Neoseiulus anonymus*, predador de ácaros Tetranychidae en yuca. *Revista Colombiana de Entomología* 12(1):54-66.

Yaninek, J.S.; Onzo, A.; Ojo, J.E. 1992. Continent-wide experiences releasing neotropical phytoseiids against the exotic cassava green mite in Africa (en revisión).

USO DE ESCALAS PARA LA ESTIMACION DE POBLACIONES
DE ACAROS TETRANYCHIDAE EN CULTIVOS DE YUCA

Jorge Iván Lenis*

Ann R. Braun

Nora Cristina Mesa

Myriam C. Duque

Resumen

El conteo total en forma directa en campo o laboratorio de las poblaciones de Tetranychidae asociados a la yuca, resulta ser dispendioso e ineficiente por las altas densidades de ácaros que se desarrollan. Por tal razón, se considera necesario diseñar un método de evaluación más rápido y confiable. Con base en lo anterior se desarrolló este trabajo, que tuvo como fin establecer la relación entre una escala poblacional de uso en el campo con el conteo directo de los tetraníquidos en el laboratorio y observar la estabilidad de dicha escala en los distintos estratos de la planta a diferentes edades del cultivo.

El estudio se desarrolló durante dos ciclos de cultivo en el CIAT-Palmira con la variedad CMC-40 y para ello se hicieron

* Asistente de Investigación, Entomóloga, Asociada de Investigación, Consultora Estadística, respectivamente en CIAT.

muestreos quincenales de 20 parcelas de 144 plantas cada una, escogiendo una planta central y colectando una hoja de por medio a partir de la primera completamente desarrollada. En hojas individualizadas de 5 plantas al azar se realizó bajo el estereoscopio, el recuento discriminado por estado móvil y por especie de los fitófagos. Se colectó la totalidad de los fitoseidos por cada nudo evaluado para establecer su distribución vertical en la planta.

Se lograron definir los coeficientes que permiten convertir la calificación de campo, en estimaciones de las poblaciones reales para ácaros Tetranychidae en yuca y se establecieron los límites de confiabilidad del sistema de muestreo. Se obtuvo información adicional para conocer la estabilidad de la escala en los diferentes estratos de la planta.

Summary

Direct counts of tetranychid mites in the field or laboratory are inefficient and tedious, due to the high populations that develop on cassava. For this reason, a faster, more reliable method is needed.

We determined the relationship between a population scale used in the field and direct counts of tetranychid mites in the laboratory. We also determined the stability of the scale in different plant strata.

The data were collected during two crop cycles at CIAT-Palmira, of the cassava clone CMC-40. Counts were made every two weeks in 20 plots of 144 plants each. A central plant was chosen and every other leaf after the first completely developed leaf was sampled.

Phytophagous mites were counted on individual leaves from 5 randomly selected plants under a stereo-microscope, discriminating mobile stages and species. All phytoseiid mites present were counted collected and identified in order to determine their within-plant distribution. Coefficients for conversion of field scores into real population estimates of cassava tetranychid mites were determined with confidence limits.

Introducción

El manejo de ácaros plagas a menudo requiere un cuidadoso monitoreo de la plaga y sus enemigos naturales. El tamaño pequeño de los ácaros y la densa telaraña asociada con algunas especies, hace que el conteo de los ácaros sea una tarea ardua y demorada. Para dirigir este problema los investigadores han desarrollado en varios cultivos y para determinadas especies, planes de muestreo secuencial o binomial, o ambos que son más rápidos y seguros que aquellos en los cuales todos los ácaros son contados sobre un número predeterminado de hojas por planta (Jones, 1990).

El uso de planes de muestreo para el monitoreo de la población y la estimación de daño está bien desarrollada para ácaros Tetranychidae en sistemas agrícolas en zonas templadas.

En el cultivo de la yuca se han realizado varios procedimientos de muestreo para *Mononychellus* sp. utilizando métodos cuantitativos tanto en Africa como en las Américas.

Braun et al. 1989 desarrollaron el sistema presencia-ausencia el que los autores consideraron como un método preciso y sensible a cambios en el nivel de la población de los ácaros y además que no requiere equipos sofisticados. En este método la unidad de muestra (la hoja) es examinada para verificar la

presencia de uno o más individuos de una especie en particular, no por el número presente. Este trabajo se realizó en condiciones de CIAT y se validó en la costa Norte de Colombia (Braun *et al.* 1989); en condiciones de campo se evaluó la presencia-ausencia y en el laboratorio las hojas fueron barridas con una máquina cepilladora de hojas para el conteo directo.

Entre tanto Yaninek *et al.* (1989) en África desarrollaron un protocolo de monitoreo de *Mononychellus tanajoa*, con el cual se midió la incidencia y la magnitud de la infestación del ácaro verde y los síntomas de daño en la planta de yuca. Este procedimiento permite examinar cuantitativamente un gran número de plantas en corto tiempo. El nivel de abundancia de los ácaros es determinada por evaluación de la primera hoja totalmente expandida o desarrollada en 30 plantas seleccionadas al azar. Se distingue la primera hoja totalmente desarrollada de las hojas del cogollo por el color oscuro y de las hojas más viejas porque su pecíolo está unido al tallo con un ángulo de 90 grados.

En el presente trabajo se intentó adoptar el sistema utilizado en África, el denominado "Quick Count" a través de la escala poblacional en las condiciones del CIAT y con un complejo de especies de *Tetranychidae* un poco diferente.

Para desarrollar este trabajo se propusieron los siguientes objetivos:

1. Establecer la relación entre escala poblacional de uso en campos de yuca y el conteo directo de ácaros del complejo *Mononychellus* en el laboratorio.
2. Probar la validez de dicha escala para la cuantificación de las poblaciones en los distintos estratos de la planta a diferentes edades del cultivo.
3. Determinar la distribución vertical de los ácaros benéficos Phytoseiidae.

Materiales y Métodos

Muestreo de Campo

El experimento se realizó en el CIAT-Palmira, con la variedad CMC 40 clasificada como susceptible a las especies de Tetranychidae que atacan la yuca.

El primer ciclo del ensayo se realizó entre enero a octubre del 90 y el segundo comprendió entre octubre/90 a mayo/91.

El área de cada ensayo fue aproximadamente de media hectárea, distribuida en 20 parcelas de 12 x 12 plantas, con una densidad de siembra de 1 m.

De las 36 plantas centrales de cada parcela se escogió una planta al azar.

Las hojas se revisaron directamente en el campo a partir de la primera hoja más desarrollada, (tal como lo define Yaninek *et al.*, 1989), observándose cada hoja de por medio hasta la parte basal de la planta.

Cada hoja fue evaluada de acuerdo con la siguiente escala poblacional de *Mononychellus tanajoa*, sugerida por Yaninek *et al.* 1989, (Tabla 1).

Se utilizó dicha escala para el complejo de *Mononychellus* presentes en CIAT y para *Tetranychus urticae*.

Para la evaluación de los fitoseidos se contaron el número total de estados móviles por hoja y colectaron en su totalidad.

Para *Oligonychus peruvianus* se tuvo en cuenta el lóbulo central de la hoja y se contaron el número de telarañas infestadas.

Los muestreos se hicieron cada 15 días a partir de tres meses de edad del cultivo. Las plantas usadas en cada fecha para el muestreo se marcaron así para no ser tenidas en cuenta en las posteriores evaluaciones.

Conteo en Laboratorio

De las 20 plantas evaluadas en el campo en cada fecha de muestreo se escogieron 5 al azar, a las cuales se les colectaron las hojas que habían sido evaluadas. A cada hoja se le hizo conteo de los huevos de *tetranychidos* los estados móviles de *Mononychellus spp.* y *Tetranychus urticae* representados en larvas, ninfas y adultos. Estos conteos fueron realizados bajo el estereoscopio en el laboratorio.

Una vez realizado el conteo total, se separaron las hojas por niveles de la siguiente manera: de la hoja 1-10; 11-20; 21-30; 31-40; 41-50 y 51-60, y de cada grupo se colectaron durante un espacio de 3 minutos especímenes de Tetranychidae para ser montados en láminas e identificadas hasta especie. Se calculó el porcentaje de cada especie.

Resultados

Primer Ciclo de Cultivo

En este primer ciclo la especie fitófaga predominante fue *M. mcgregori*. La presencia de esta especie fue algo llamativo debido a que su aparición en CIAT, desde hace por lo menos 10 a 15 años fue algo esporádico y en bajas densidades. Sin embargo durante este ciclo se expresó en altas poblaciones, posiblemente desplazando a *M. tanajoa*, que fue la especie predominante hasta entonces (Tabla 2). *M. mcgregori*, se encontró distribuida a lo largo de toda la planta, pero su mayor concentración se registró en los niveles alto y medio (Tabla 2). Asociados a *M. mcgregori*, se encontraron en bajos porcentajes a *M. tanajoa*, *T. urticae* y *O. peruvianus* (Tabla 2).

Estos resultados referentes a la distribución vertical de *Mononychellus*, son similares a los registrados por Braun *et al.*, (1985). Para *M. tanajoa*, los autores expresan que se encuentran *Mononychellus spp.* en toda la planta se encuentra en los nudos intermedios de la planta durante la fase de rápido crecimiento poblacional.

Con relación al complejo de los predadores, la especie más frecuentemente encontrada en este ciclo fue *Typhlodromalus limonicus s.l.*, distribuida también a lo largo de la planta,

aunque sus mayores poblaciones se registraron en los niveles superiores (Tabla 3). En menor proporción se encontraron *Euseius ho*, *E. naindaime*, *E. concordis* y *Amblyseius aerialis* (Tabla 3).

De otra parte, Yaninek et al, 1989, en condiciones de Africa, menciona que el mundo de *Mononychellus tanajoa* en las plantas es más abundante en las hojas jóvenes sin tener en cuenta la edad de la planta, a través de la estación seca.

Cálculo de coeficientes

Aunque uno de nuestros propósitos fue validar el sistema de la escala poblacional en condiciones de CIAT, este trabajo tuvo modificaciones metodológicas que no permiten compararlos. En síntesis, mientras en Yaninek et al, 1989, el objetivo de su estudio fue el de seleccionar una hoja que pudiera ser usada como indicación o estimativo de la densidad de *Mononychellus tanajoa* en el total de la planta. Mientras que en este trabajo, se calculó un coeficiente para cada nivel de hojas a lo largo de la planta. Para cada nivel de la planta existe la posibilidad de un coeficiente distinto para cada grado de la escala.

Al relacionar la escala poblacional con el conteo directo en el laboratorio, se presentaron suficientes datos para los

tres primeros grados de la escala para calcular coeficientes de confiabilidad.

Lo anterior se confirma con los datos obtenidos para el grado cuarto de la escala. En este caso el número de observaciones fue insuficiente, es decir, en muy pocos casos se encontraron hojas con poblaciones tan altas que nos permitieran dar una calificación de 4 (más 200 estados móviles por hoja).

Es importante resaltar que los coeficientes para *M. mcgregori* son válidos hasta la hoja número 30. De la hoja 31 hasta la 60 coeficientes a pesar de tener datos suficientes, hubo un alto nivel de variabilidad. Esto se puede entender por el deterioro de las hojas, que no permiten hacer una evaluación acertada, o posiblemente por la dispersión que presentan los ácaros en estos estratos basales.

En la Tabla 4 se presentan los resultados por nivel de la planta, la escala en sus diferentes grados y su población correspondiente, el número de observaciones para cada caso y el coeficiente que se calculó con su respectivo error standard.

Distribución vertical de *M. mcgregori* (estados móviles)

En la Figura 1 se muestra la fluctuación de la población total de los estados móviles durante el primer ciclo del cultivo.

Las menores poblaciones coinciden con los mayores valores de precipitación acumulada, Figura 2. Y estas poblaciones tienden a aumentar durante el período seco, alcanzando algunos picos poblacionales al final del cultivo. Es interesante también resaltar como casi durante todo el desarrollo del cultivo la población de esta especie se presentó en niveles bajos, posiblemente por factores climáticos, o por capacidad de crecimiento de la especie, o quizás por la presencia de predadores (insectos y fitoseidos).

M. mcgregori se encuentra localizada a lo largo de la planta, pero las mayores poblaciones se concentran en los niveles superior y medio, (Figura 1).

Distribución vertical de la población de Phytoseiidae

Las poblaciones de Phytoseiidae en este primer ciclo, se distribuyen en toda la planta, observándose la mayor concentración en los niveles superior y medio (Figura 3). Los

fitoseidos siempre estuvieron presentes en el desarrollo de este ciclo.

Distribución vertical de la población de *Oligonychus peruvianus*

Con relación a la especie *O. peruvianus* se observó que, aunque es posible encontrar especímenes a lo largo de la planta, sus mayores concentraciones se presentaron en los niveles superior y medio. En este ciclo no se registró gran cantidad de telarañas infestadas por muestreo, el mayor valor promedio obtenido fue de 16 telarañas por hoja. Es interesante también resaltar que las poblaciones de *O. peruvianus*, aumentaron inmediatamente después de que finalizó la época de lluvia. En la Figura 4 se presenta la distribución vertical por hoja durante todo el ciclo.

Segundo Ciclo de Cultivo

En la Tabla 5 se presentan los porcentajes en los cuales se encontraron las diferentes especies en los diferentes niveles de la planta.

En este segundo ciclo se encontró la especie *Mononychellus caribbeanae* por primera vez en CIAT, predominando entre el complejo que normalmente se presentaba (Tabla 5). La presencia

de esta especie en forma tan abundante se empieza a registrar a partir de este trabajo, posiblemente desplazando a otras especies.

La población se concentra en los niveles superior y medio de las plantas. Acompañando a *M. caribbeanae*, se presentó *M. tanajoa* y *T. urticae* en bajas densidades. No se presentó *Oligonychus peruvianus*. Las especies *N. anonymus* y *T. limonicus* fueron las más frecuentes y también se concentraron en los niveles superior y medio. En este ciclo se destaca la presencia abundante en los cogollos de *T. aripo* y en los niveles superiores. *E. naindaime* se registró en el nivel superior en forma esporádica (Tabla 6).

Cálculo de coeficientes

En este ciclo de cultivo se obtuvo suficiente información para realizar el cálculo de los coeficientes en los cuatro grados de la escala para *M. caribbeanae*, en forma confiable, hasta la hoja número 20 (Tabla 7). De la hoja 21 a la 40 esta información no fue suficiente, debido a las razones posiblemente de tipo fisiológico explicadas para el ciclo anterior.

Las plantas de este segundo ciclo, posiblemente por haber soportado poblaciones altas de esta especie, no alcanzaron mucha altura y el número de hojas en promedio llegó hasta 40.

En la Tabla 3 se presenta la relación entre la escala y el conteo directo en el laboratorio y como en el ciclo anterior, se calcularon coeficientes para cada grado de la escala y para todos los niveles de hojas.

Distribución vertical de *M. caribbeanae* (estados móviles)

La población de *M. caribbeanae* se concentra hacia la parte superior de la planta (Figura 5). En este ciclo se alcanzan promedios más altos de tetraníquidos por hoja (más de 600 estados móviles). Aunque al inicio del ciclo, en los primeros muestreos no se presentaron altas poblaciones, después de realizar una infestación, la población se disparó y permaneció durante todo el ciclo.

Relacionando esta fluctuación de la población con la precipitación acumulada (Figura 6), se observó que aunque este experimento estuvo sometido a mayores precipitaciones, las poblaciones de *M. caribbeanae* siempre permanecieron.

Distribución vertical de la población de los Phytoseiidae

En contraste con el primer ciclo, aquí la población de fitoseidos sólo se presentó en forma abundante en el último muestreo. Durante el desarrollo del cultivo las apariciones son esporádicas.

En contraste con el primer ciclo aparecen dos especies diferentes en mayor proporción *Neoseiulus anonymus* y *T. aripo*. Es interesante tener en cuenta que durante este ciclo donde la población del fitófago es más abundante las poblaciones de los predadores son mínimas.

Especulando sobre esta interacción, podríamos pensar que el complejo de fitoseidos presentes en CIAT, no ha coevolucionado con *M. caribbeanae* y posiblemente no son adaptadas para detectar o cazar esta presa. Tal vez por la falta de la presa "tradicional" no alcanzan altas densidades, aunque hubo ácaros abundantes. Los fitoseidos en este segundo ciclo tienen el mayor pico en población y en diversidad, cuando las poblaciones del fitófago están decreciendo y hacia el final del cultivo.

En la Figura 7 se presenta la distribución vertical de los fitoseidos durante todos los muestreos.

Como los factores abióticos como el clima y los bióticos como la variedad y el complejo de benéficos influye fuertemente en la población de ácaros tetraníquidos (Braun et al. 1989), se recomienda que los coeficientes presentados para *M. caribbeanae* y *M. mcgregori* sean validados bajo condiciones locales antes de ser utilizados. Usando la misma metodología aquí presentada los coeficientes aptos para una región específica pueden ser estimados.

Conclusiones

1. El complejo *Mononychellus*, representado por las especies *M. mcgregori*, *M. tanajoa* y *M. caribbeanae*, estuvo presente en los dos ciclos del cultivo, distribuyéndose sus poblaciones a lo largo de toda la planta, concentrándose principalmente hacia la parte alta y media.
2. El 88% de la población de Tetranychidae registrados en el primer ciclo del cultivo, correspondió a la especie *M. mcgregori*, mientras que el completo de los fitoseidos estuvo representado en 89,2% de los casos por *T. limonicus* s.l.
3. En el segundo ciclo de cultivo, la especie fitófaga predominante, fue *M. caribbeanae* (83.2%), asociada con los predadores *T. aripo*, principalmente en el cogollo (52%), y con *N. anonymus*, distribuido en toda la planta (32.2%).
4. Se establecieron coeficientes de correspondencia entre las escalas poblaciones y conteo directo para las especies *M. mcgregori* y *M. caribbeanae* en la variedad de yuca CMC-40, para las condiciones del CIAT-Palmira.

5. En cuanto al uso de la escala, se observó que está directamente relacionado con la especie de *Mononychellus* presente.
6. Las dos especies estudiadas tienen tasas de incremento y patrones de distribución espacial diferentes.
7. La confiabilidad de la escala fue válida en los tres primeros niveles de la planta, es decir de la hoja 1 a la 30, lo cual coincide con la mayor concentración de la población.
8. Para *M. mcgregori* la escala fue confiable hasta el grado 3, mientras que para *M. caribbeanae* funcionó hasta el grado 4.
9. Realmente utilizar la escala poblacional trae beneficios como es ahorro de tiempo. En un muestreo directo de 20 plantas los conteos directos requirieron 96 horas/hombre, mientras que con estas mismas plantas evaluadas con escalas poblacionales se necesitaron 12 horas/hombre, es decir, alrededor de 1:8.
10. Los coeficientes usados para convertir la evaluación rápida a nivel de campo a números de ácaros por hoja deben ser validados a nivel de la región donde son requeridos.

Tabla 1. Escala para evaluación visual de ácaros
Tetranychidae en el campo.

Grado	Población
1	0 ácaros
2	1-25 estados móviles por hoja
3	26-200 estados móviles por hoja
4	>200 estados móviles por hoja

Tabla 2. Composición faunística de Tetranychidae por estrato foliar en el cultivo de la yuca (Primer ciclo).

Nudo	% de Población total			
	<i>M. mcgregori</i>	<i>O. peruvianus</i>	<i>M. tanajoa</i>	<i>T. urticae</i>
1-10	31.7	1.2	2.0	0.0
11-20	24.6	0.8	1.6	1.6
21-30	19.0	1.2	0.0	0.8
31-40	9.1	2.0	0.0	0.0
41-50	2.8	0.8	0.0	0.0
51-60	0.8	0.0	0.0	0.0

Tabla 3. Composición faunística del complejo de Phytoseiidae por estrato foliar en el cultivo de la yuca (Primer ciclo).

Nudo	% de Población total				
	<i>A. aequalis</i>	<i>E. concordis</i>	<i>E. ho</i>	<i>T. limonicus s.l.</i>	<i>E. naindaime</i>
1-10	0.0	0.0	0.5	32.0	0.0
11-20	0.0	0.5	0.2	31.8	0.0
21-30	0.2	0.5	1.4	16.5	0.5
31-40	0.0	2.7	1.6	5.9	0.0
41-50	0.0	0.2	2.1	2.1	0.0
51-60	0.0	0.0	0.5	0.9	0.0

Tabla 4. Relación entre escala poblacional de *Mononychellus mcgregori* en campo y conteo directo en laboratorio. Población de estados móviles para 6 niveles de la planta de yuca (Primer ciclo).

Nivel	Escala ^a	n	Coefficiente (\bar{X} Conteo Lab)	Error STD
1-10	1	112	1.2	0.3
	2	160	21.2	2.5
	3	41	134.7	18.0
	4	3	219.7	88.5
11-20	1	90	2.5	0.5
	2	173	16.4	1.7
	3	32	119.5	23.2
	4	1	127.0	-
21-30	1	83	2.9	0.5
	2	118	14.4	2.6
	3	9	83.7	30.8
	4	1	218.0	-
31-40	1	69	10.1	5.0
	2	61	12.1	2.0
	3	1	11.0	-
	4	-	-	-
41-50	1	37	4.2	1.0
	2	17	9.8	2.7
	3	1	23.0	-
	4	-	-	-
51-60	1	5	3.2	-
	2	6	1.9	-
	3	-	-	-
	4	-	-	-

^a 1: 0 (no hay); 2: 1-25 (poco); 3: 26-200 (intermedio); 4: >200 (alto).

Tabla 5. Composición faunística de Tetranychidae por estrato foliar en el cultivo de la yuca (Segundo ciclo).

% de Población total			
Nudo	<i>M. caribbeanae</i>	<i>M. tanaioa</i>	<i>O. peruvianus</i>
1-10	41.6	2.6	5.2
11-20	22.3	0.6	4.8
21-30	17.4	-	2.6
31-40	2.9	-	-

Tabla 6. Composición faunística de Phytoseiidae por estrato foliar en el cultivo de la yuca (Segundo ciclo).

% de Población total				
Nudo	<i>N. anonymus</i>	<i>T. aripo</i>	<i>T. limonicus s.l.</i>	<i>E. naindaime</i>
Cogollo	0	51.3	0	0
1-10	13.9	0.4	12.7	0.4
11-20	14.7	0.4	2.7	-
21-30	2.7	-	0.8	-

Tabla 7. Relación entre escala poblacional de *Mononychellus caribbeanae* en campo y conteo directo en laboratorio. Población de estados móviles para cuatro niveles de la planta de yuca (Segundo ciclo).

Nivel	Escala ^a	n	Coficiente (\bar{X} Conteo Lab)	Error STD
1-10	1	29	2.8	1.2
	2	66	61.1	9.6
	3	66	220.0	20.1
	4	34	413.1	53.9
11-20	1	29	5.7	1.6
	2	68	73.9	12.4
	3	57	280.6	36.7
	4	25	405.9	61.9
21-30	1	40	16.0	7.3
	2	56	95.5	18.9
	3	22	90.0	17.7
	4	3	59.7	35.1
31-40	1	26	4.6	2.3
	2	12	61.0	25.2
	3	2	15.5	15.5
	4	-	-	-

^a 1: 0 (no hay); 2: ≤ 25 (poco); 3: $25 < x < 200$ (intermedio); 4: > 200 (alto).

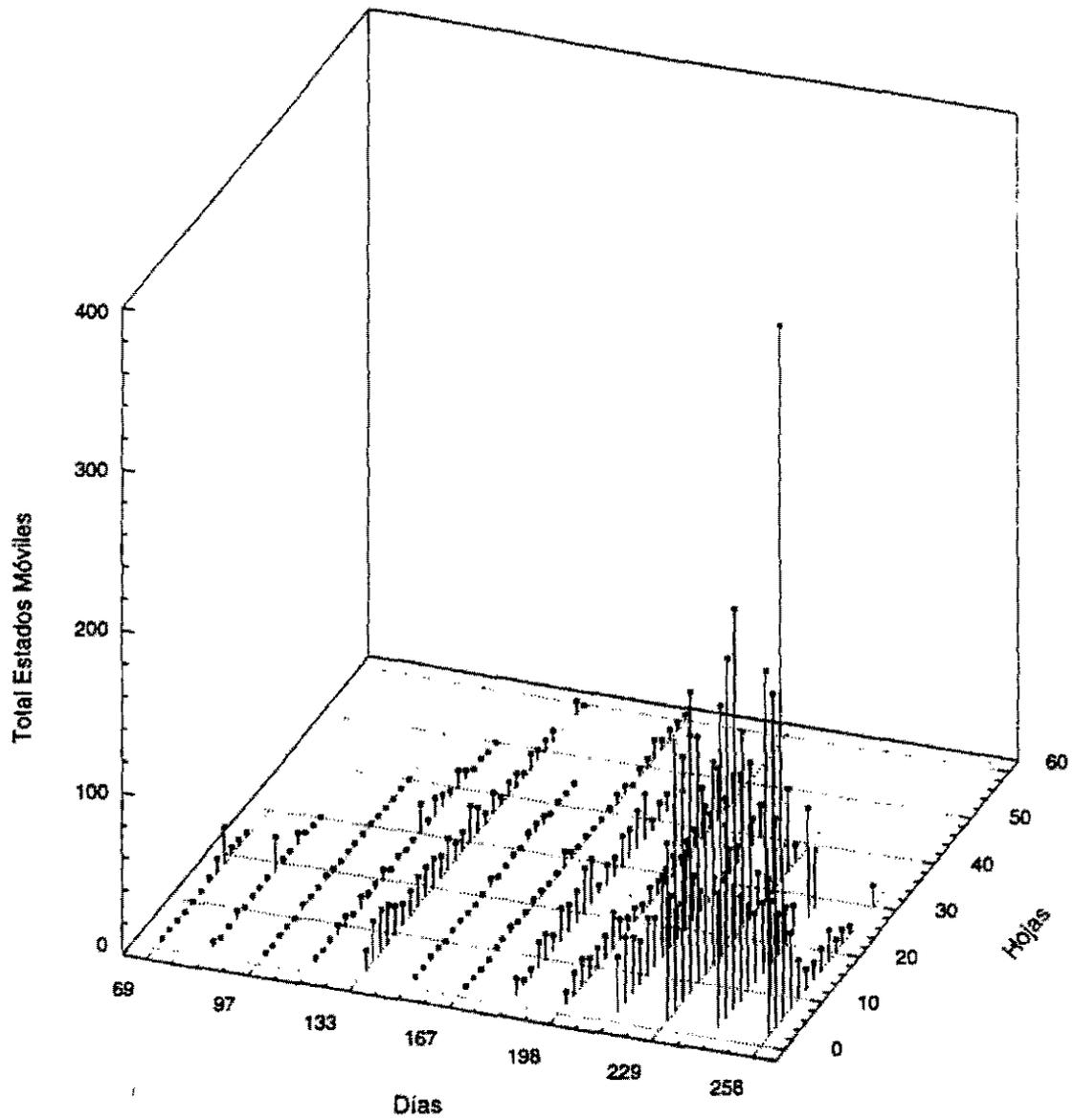


Figura 1. Distribución vertical de los estados móviles de *Mononychellus mcgregori* en el primer ciclo del cultivo.

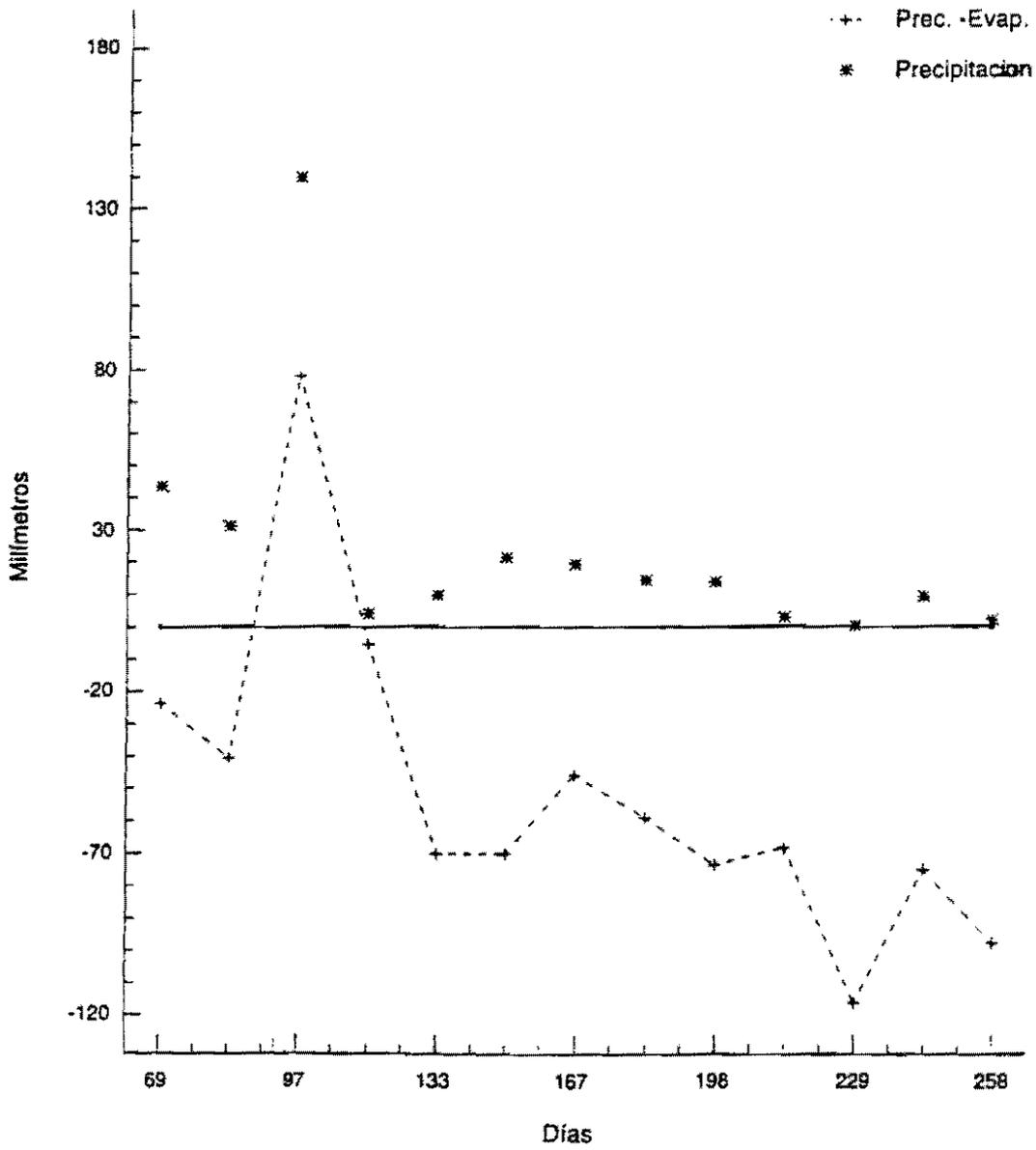


Figura 2. Información meteorológica en el primer ciclo del cultivo.

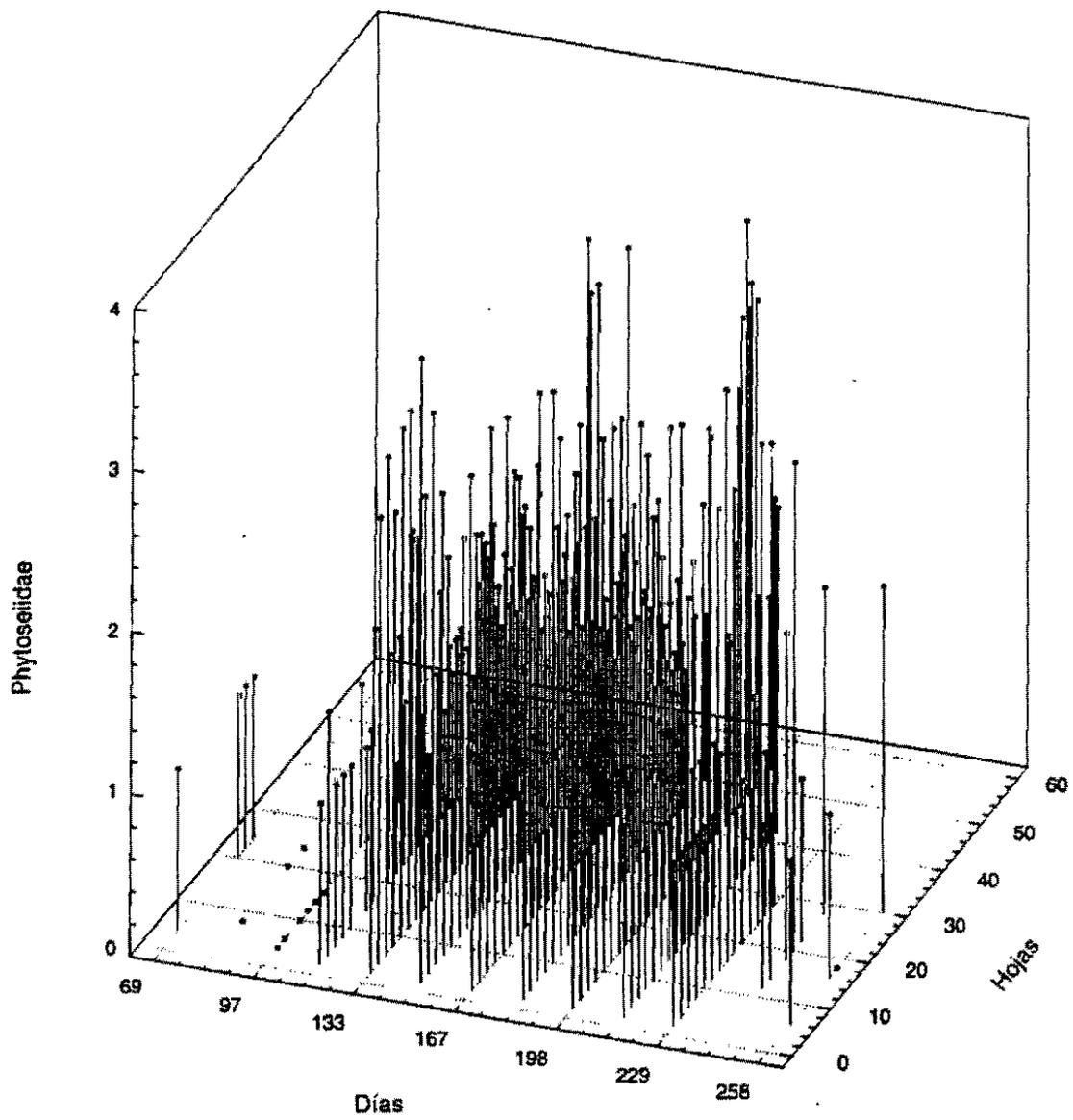


Figura 3. Distribución vertical de la población de los *Phytoseiidae* en el primer ciclo del cultivo.

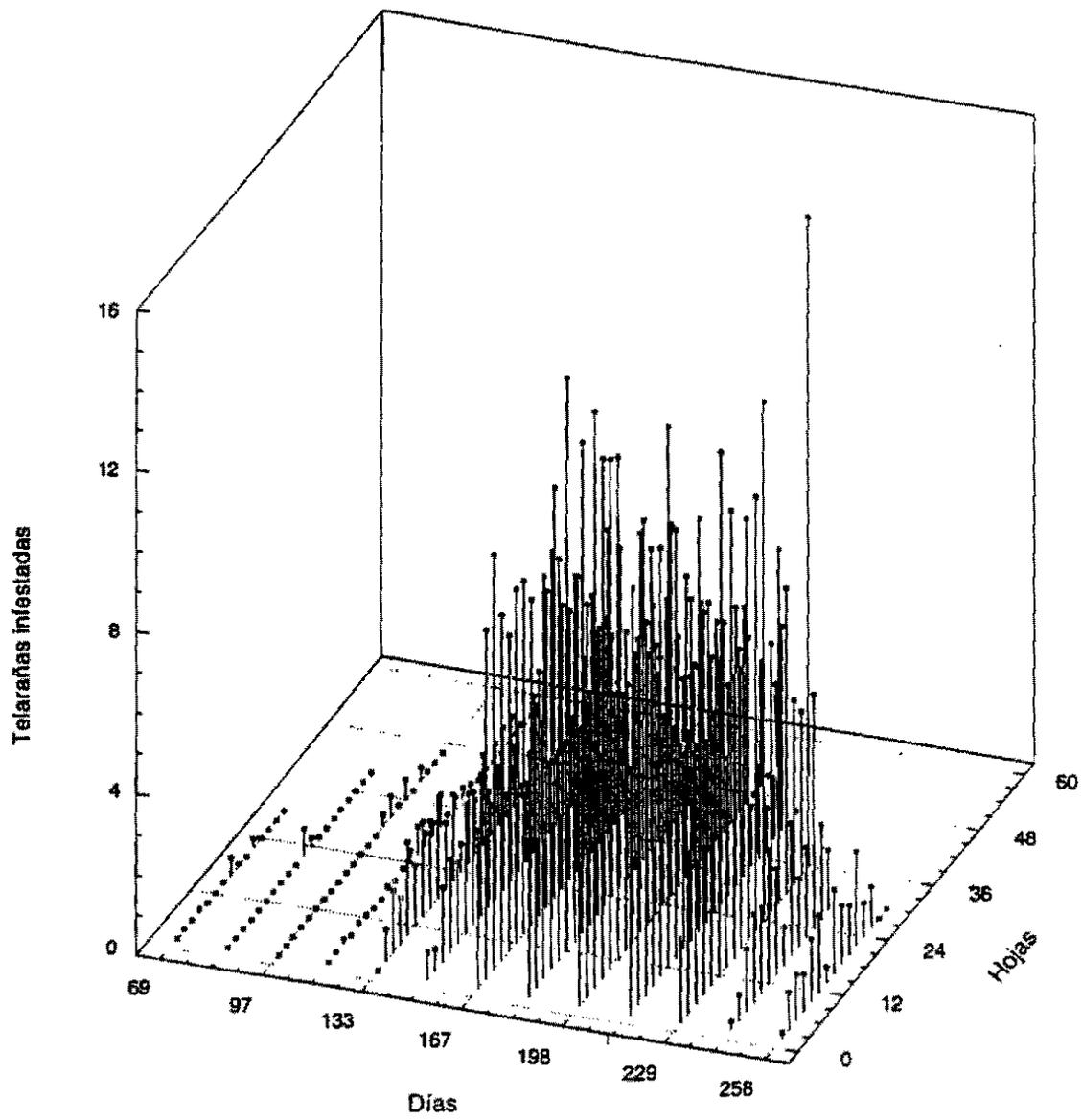


Figura 4. Distribución vertical de la población de *Oligonychus peruvianus*. Telarañas infestadas en el primer ciclo del cultivo.

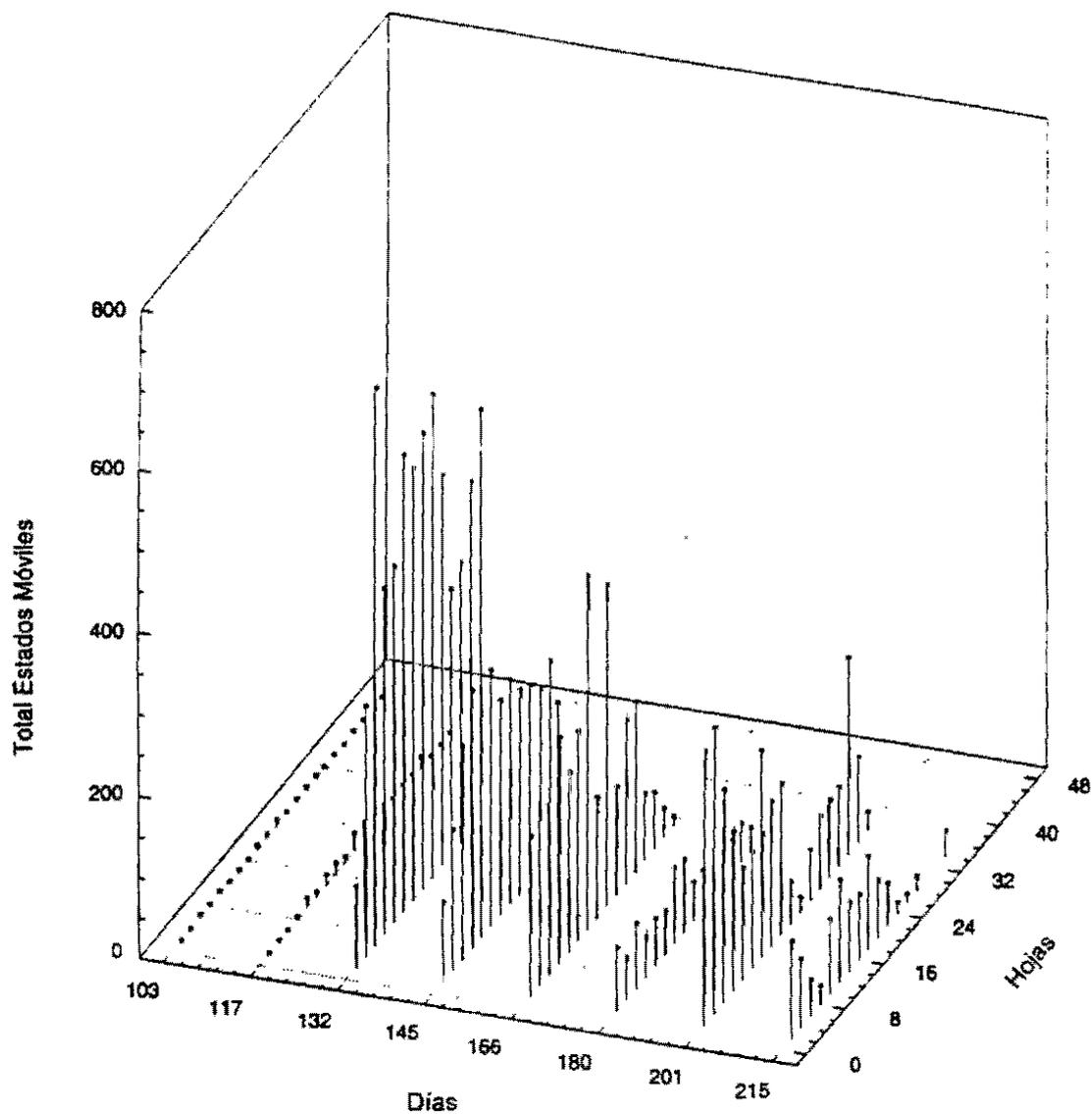


Figura 5. Distribución vertical de los estados móviles de *Mononychellus caribbeanae* en el segundo ciclo del cultivo.

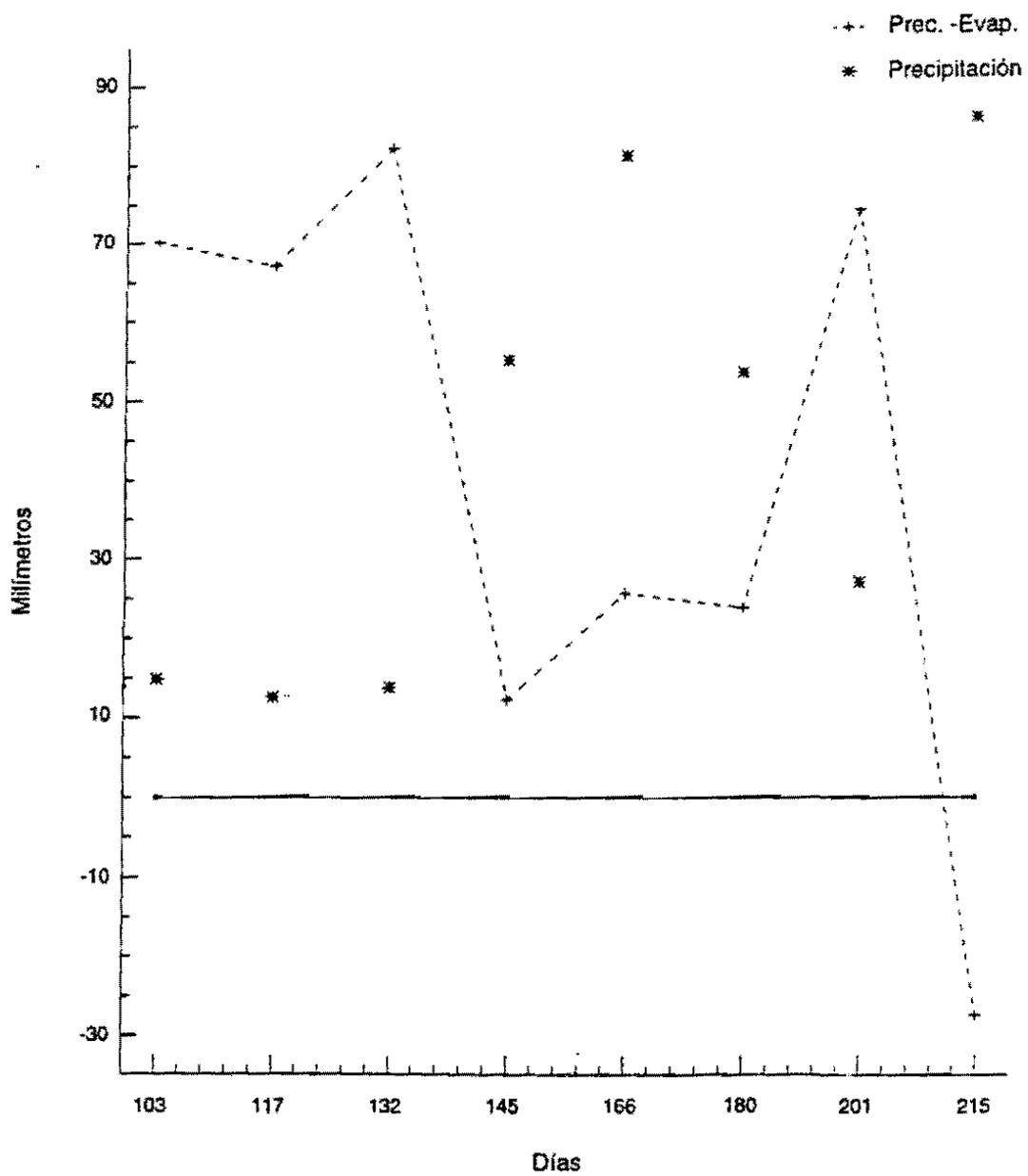


Figura 6. Información meteorológica en el segundo ciclo del cultivo.

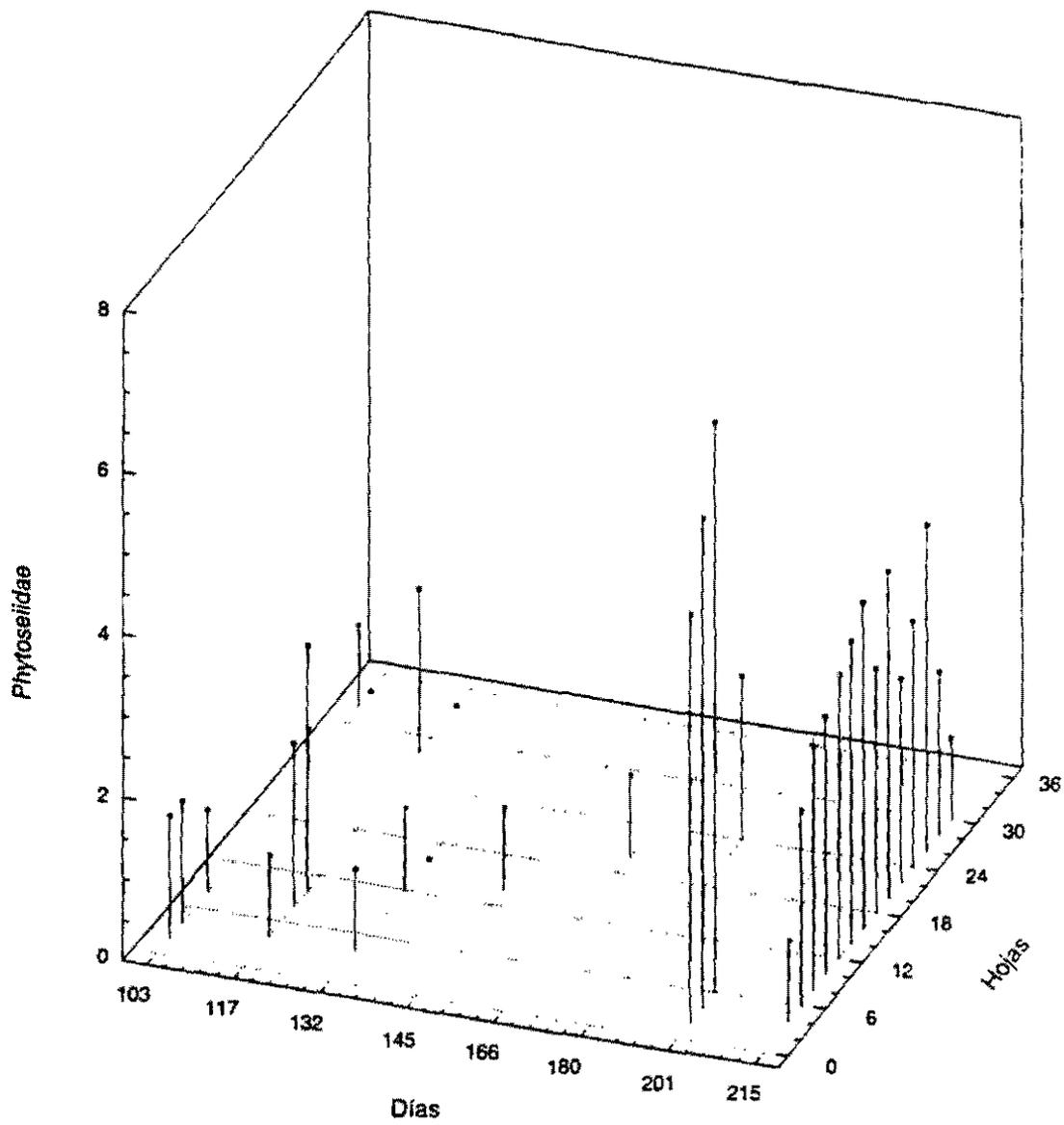


Figura 7. Distribución vertical de la población de los *Phytoseiidae* en el segundo ciclo del cultivo.

- Braun, A.R.; Guerrero, J.M. and Bellotti, A.C. 1989. Within-plant distribution of *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) on cassava: effect of clone and predation on aggregation. Bull ent Res. 79:235-249.
- Jones, P.V. 1990. Developing sampling plans for spider mites (Acari: Tetranychidae): Those who don't remember the past may have to repeat it. J. Econ. Entomol. 83(5): 1656-1664.
- Yaninek, J.A.; Moraes, G.J. de; and Markham, R.H. 1989. Handbook on the Cassava Green Mite (*Mononychellus tanajoa*) in Africa. Alphabyte Ed. Rome-Italy. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Yaninek, J.S.; Herren, H.R. and Gutierrez, P. 1989. Dynamics of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) in Africa: Seasonal factors affecting phenology and abundance. Environ. Entomol. 18(4): 625-632.