

Evaluación de métodos de cría del ácaro *Amblyseius largoensis*

Héctor Rodríguez Morell¹
Mayra Ramos Lima²

RESUMEN. Se evaluaron diferentes métodos de cría de *Amblyseius largoensis* (Muma) en condiciones de laboratorio, dado su potencial como agente de control biológico de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Se determinó que el método de supervivencia de hojas de papa infestadas con ácaro blanco es el más favorable para obtener las poblaciones necesarias para realizar estudios de laboratorio mientras que, para la reproducción masiva, la opción más adecuada es el método de las bandejas de zinc galvanizado con soporte inerte. Para el mantenimiento del pie de cría en época óptima para la reproducción del fitófago sobre hojas de papa, se debe utilizar el método de supervivencia de hojas sobre sustrato inerte con *P. latus* y polen de maíz, y en época no óptima, se debe usar el método de supervivencia de hojas de toronja infestadas con *Panonychus citri* (McGregor). Se ofrecen los porcentajes de incremento y la tasa de multiplicación de la población del depredador para todos los métodos evaluados y el momento óptimo de cosecha.

Palabras clave: Métodos de cría, *Polyphagotarsonemus latus*, cajas cerradas, supervivencia de hojas, cría en plantas, sustrato inerte, bandejas, presa alternativa, polen, parámetros demográficos.

ABSTRACT. Evaluation of rearing methods for *Amblyseius largoensis*. Different rearing methods for *Amblyseius largoensis* (Muma) in laboratory conditions were evaluated because of its potential as a biological control agent of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Results showed that the best method to obtain the population necessary for laboratory studies was using potato leaves infested with white mites. On the other hand, the most adequate way for mass rearing consisted of a galvanized zinc tray with inert support. For stock maintenance in the optimal season for rearing *P. latus* on potato leaf, the survival method of leaves on inert substrate with *P. latus* and maize pollen should be used. During less optimal seasons, the method of survival of grapefruit leaves infested with *Panonychus citri* (Mc Gregor) should be used. This paper also provides the percentages of increase and the multiplication rates of the predator population for all the methods evaluated, as well as the optimal time for harvesting.

Key words: Rearing methods, *Polyphagotarsonemus latus*, closed cages, survival leaf culture, rearing plant, inert substrate, galvanized zinc tray, alternative prey, pollen, population parameters.

Introducción

El incremento de la utilización de los ácaros Phytoseiidae como agentes de control biológico demanda un continuo desarrollo y perfeccionamiento de los métodos de cría, de manera tal que se garanticen altas producciones a bajo costo y con la calidad requerida (Gilkeson 1992, Kostianen y Hoy 1994). La evaluación de métodos de cría de ácaros fitoseidos constituye un componente básico dentro de un programa de

control biológico de fitoácaros. La meta de un plan de producción masiva es obtener, con un mínimo de trabajo y espacio, un número máximo de hembras fértiles y de buena calidad, dentro de un período de tiempo corto (Mesa *et al.* 1993).

Los métodos por utilizar dependen fundamentalmente de las características de la especie que se desea criar y de la disponibilidad de espacio y recursos. De

¹ Grupo de Plagas Agrícolas. Dirección de Protección de Plantas. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Carretera de Jamaica y Autopista Nacional. San José de las Lajas, La Habana. Cuba. hrguez@censa.edu.cu

² Departamento de Informática y Desarrollo. Centro Nacional de Seguridad Biológica. 28 No 502. Miramar. Playa. Ciudad de La Habana 11300. Cuba. mayramos@cnsn.cu

manera general, existen cinco técnicas de cría: en arena, cajas, plantas, en campo abierto y cría sobre dietas alternativas (Gilkeson 1992), que presentan ventajas y desventajas, dependiendo del fin que se persiga con los ácaros producidos.

El ácaro depredador *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) posee cualidades favorables para convertirse en un agente de control biológico eficiente de *Polyphagotasonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) (Rodríguez y Ramos, en prensa). Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes métodos de cría de este fitoseido, con vistas a obtener las poblaciones necesarias para realizar estudios de laboratorio y su posterior uso en el control de la plaga.

Materiales y métodos

Para realizar los experimentos de cría, se utilizaron como sustratos hojas de papa (*Solanum tuberosum* Linn. var. 'Baraka') y de toronja (*Citrus x paradisi* Macf. var. 'Marsh'). Para obtener las hojas de papa se plantaron entre 16 y 20 tubérculos en bandejas de aluminio de 0,15 m³ de capacidad con suelo estéril. Las plantas se regaron en días alternos y no recibieron fertilizantes ni plaguicidas. Las bandejas se colocaron en un local de plantas sanas, durante 21 días. La temperatura y la humedad relativa registradas con un higrotermógrafo fueron de 23,21 ± 1,33°C y 64,55 ± 8,27%, respectivamente.

Las hojas de toronja se tomaron directamente del campo, garantizando que estuvieran maduras y sin daños de insectos o enfermedades. Se llevaron al laboratorio y se lavaron con abundante agua por el haz y el envés y se secaron con un algodón. Posteriormente, se colocaron en una placa Petri con algodón humedecido.

Para la cría de *P. latus*, las bandejas con plantas de papa obtenidas por el procedimiento anterior se transfirieron a otra casa de malla, donde se inocularon con pequeñas secciones de hojas infestadas con *P. latus*. A los siete días, las hojas pudieron ser utilizadas para realizar los experimentos. La temperatura y la humedad relativa en este local fueron de 25,17 ± 1,52°C y 66,49 ± 8,56%, respectivamente, registradas con un higrotermógrafo.

En el caso de *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), se picaron secciones de hojas infestadas con el ácaro y se colocaron sobre las unidades de cría recién formadas. A los dos días se retiraron las hojas, quedando así listas para ser utilizadas en la cría en los dos días siguientes.

Métodos de cajas cerradas, supervivencia de hojas y plantas

El experimento se realizó con una población de *A. largoensis* que se inició a partir de hembras grávidas aisladas de plantas de toronja 'Marsh' mantenidas en el laboratorio en todas las fases de *P. citri*. Los métodos de cría probados fueron los siguientes:

Método de cajas cerradas

Se emplearon placas Petri de 9,0 cm de diámetro con sello de plastilina en el borde interno de la tapa, que presentaban un orificio de 3,0 cm de diámetro sellado con una malla fina para permitir la ventilación. Dentro de cada unidad de cría se colocaron siete folíolos de papa, infestados con una densidad promedio de 21 ácaros blancos/cm². La densidad promedio suministrada se calculó contabilizando la población total existente en un marco de un cm² en tres folíolos seleccionados al azar.

Método de supervivencia de hojas

Se utilizaron placas Petri de 14 cm de diámetro con algodón humedecido, sobre el que se colocaron 10 folíolos de papa con una densidad promedio de 19,0 *P. latus* por cm² (contabilizados por el método descrito anteriormente) y dos cubreobjetos, con el propósito de ofrecerles sitios de oviposición y descanso a los depredadores.

Métodos de las plantas

Se plantaron tubérculos de papa en macetas plásticas de 1500 cm³ de capacidad que contenían suelo estéril. A los 21 días, las plantas se inocularon con pequeñas secciones de hojas infestadas con *P. latus*. Cinco días después, se inició el experimento.

Una vez conformadas las diferentes unidades de cría, se liberaron tres hembras grávidas de *A. largoensis*. A los tres y seis días de iniciado el experimento fue necesario reponer el alimento. El experimento se evaluó a los 10 días, determinándose del número de huevos, de fases móviles (larvas, protoninfas, deutoninfas, machos) y de hembras del depredador presentes en cada uno de los métodos. Los conteos se realizaron bajo un microscopio estereoscópico. En el caso particular del método de las plantas, fue necesario cortar las hojas y el tallo para observarlos de forma independiente.

El experimento se replicó tres veces, empleando en cada una de ellas tres unidades de cría por método. Para conocer la influencia de cada método en el incremento de la población del depredador, se utilizó un

análisis de varianza de clasificación simple y, para evaluar la existencia de diferencias significativas, se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan.

Método sobre sustrato inerte con adición de polen y sin ella, y polen solo

Con el propósito de perfeccionar la metodología de cría, se realizó este experimento a partir de una población de *A. largoensis* mantenida en el laboratorio por el método de supervivencia de hojas de papa, utilizando como alimento todas las fases de *P. latus*. Los métodos probados fueron:

Método de sustrato inerte (*P. latus*)

Se emplearon placas Petri de 14,0 cm de diámetro con algodón humedecido, sobre el cual se colocó una pieza circular de acrílico blanco con los bordes cubiertos de algodón. Sobre el acrílico se colocaron tres hojas de papa infestadas con ácaro blanco de la cría establecida en la casa de malla. Las hojas tenían una densidad promedio de 17 *P. latus*/cm², determinándose la misma por el procedimiento descrito en el experimento anterior. Cada dos días se adicionaron nuevamente tres hojas de papa, sin retirar las que se habían colocado con anterioridad.

Método de sobre sustrato inerte con polen (*P. latus* + polen)

Se utilizaron unidades de cría similares a las descritas anteriormente y se procedió como en el método anterior, con la única diferencia de que al inicio del experimento y a los tres y siete días se adicionaron 25 mg de polen de maíz, *Zea mays* Linn. En esta variante de cría, la densidad del ácaro blanco fue de 13,7 ácaros/cm². El polen se recolectó de anteras maduras de maíz, se tamizó, se secó en una estufa a 50°C durante dos horas y luego fue almacenado a 4°C durante el tiempo que duró el experimento.

Método con polen

En unidades de cría similares a las anteriores se colocó, en el centro del acrílico, una mota de algodón deshilachado y sobre la misma un cubreobjetos. Finalmente, se le adicionaron 25 mg de polen de maíz. A partir de este momento, se siguió un procedimiento similar al descrito en el experimento anterior. En este caso, para realizar el análisis de varianza de clasificación simple, se utilizó la transformación \sqrt{x} .

Para saber si existían diferencias entre las cantidades suministradas de *P. latus*, se comparó la densi-

dad poblacional del tarsonémido por cm² en los dos métodos que utilizaron este alimento, a través la prueba *t* de Student.

Método de las bandejas

A partir de los resultados obtenidos en los experimentos anteriores, se decidió probar una nueva variante de cría sobre sustrato inerte, pero en una unidad de mayor tamaño. El experimento se realizó a partir de una población de *A. largoensis* mantenida en el laboratorio en todas las fases de *P. latus*.

Se tomaron bandejas de zinc galvanizado de 34 x 23 x 4 cm con algodón humedecido, sobre el cual se colocó una pieza rectangular de acrílico pintada de marrón. Sobre la misma se colocaron 10 hojas de papa infestadas con una densidad promedio de 9,79 ácaros blancos/cm². Una vez conformadas las unidades de cría, se liberaron 20 hembras grávidas de *A. largoensis*. Cada dos días, se adicionaron seis nuevas hojas, sin retirar las que se habían colocado con anterioridad, por lo que se fue formando un montículo de hojas.

Se contabilizó a los 10 y 15 días, bajo un microscopio estereoscópico, la cantidad de huevos, de fases móviles (larvas, protoninfas, deutoninfas, machos) y de hembras presentes en cada hoja de papa. Para ello, las hojas se numeraron desde el nivel superior hasta la última hoja observada. El experimento se replicó tres veces y en cada una de ellas se utilizaron tres bandejas. Con el propósito de determinar los porcentajes de población del depredador presente en los diferentes estratos de la unidad de cría, a los 15 días se consideraron los niveles poblacionales cosechados en grupos de tres hojas y se les aplicó un análisis de comparación de proporciones.

Método de supervivencia sobre presas alternativas

Este experimento tiene el propósito de evaluar un método de cría alternativo que permita el mantenimiento de la cría del depredador en el momento en que no se cultiva la papa. El ensayo se realizó a partir de la misma población descrita en el primer experimento de cría.

Las unidades experimentales quedaron constituidas por placas Petri de 9 cm de diámetro con algodón humedecido, sobre el cual se colocó una hoja de toronja 'Marsh', infestada con todas las fases de *P. citri*. Sobre la hoja se colocó un cubreobjetos con el propósito de ofrecerle sitio de descanso y oviposición a los depredadores.

Sobre las unidades de cría se liberaron tres hembras grávidas de *A. largoensis*. A los tres y seis días de

iniciado el experimento fue necesario reponer el alimento. El experimento se evaluó a los 10 días, determinando el número de huevos, de fases móviles (larvas, protoninfas, deutoninfas, machos) y de hembras del depredador. Los conteos se realizaron bajo un microscopio estereoscópico. El experimento se replicó tres veces, empleando en cada una de ellas tres unidades de cría.

Comparación de métodos

Para conocer el incremento de la población, se utilizó la expresión propuesta por Mesa *et al.* (1993). Los cálculos se llevaron a cabo con los datos de la cosecha realizada a los 10 días, con excepción del método de las bandejas, que también se evaluó a los 15 días.

$$\text{Incremento (\%)} = (\text{PF} - \text{PI}) \times 100 / \text{PI},$$

donde:

PI = Población inicial

PF = Población final

La tasa de multiplicación se determinó para todos los métodos con los valores de la última cosecha realizada, dividiendo el incremento de la población entre 100.

Validación de los parámetros demográficos

A partir del conocimiento de la población que puede obtenerse en cada método, se utilizó la ecuación de incremento de la población utilizada por Mesa *et al.* (1993) para calcular los parámetros de la tabla de vida.

$$\text{PF} = \text{PI} \cdot e^{rmT},$$

donde:

PI = Población inicial

PF = Población final

rm = Tasa intrínseca de incremento

T = Tiempo

El cálculo de la tasa intrínseca de incremento (rm), permitió la estimación de la tasa finita de incremento (l) mediante la expresión $l = e^{rm}$ (Sabelis 1985), y la tasa neta de reproducción (Ro), que se evaluó mediante la expresión $Ro = \text{PF} / \text{PI}$ (Bouza *et al.* 1993). Todos los cálculos se realizaron con los valores obtenidos en la última cosecha realizada, es decir, 15 días para el método de las bandejas y 10 para los restantes.

Ventajas y desventajas de los métodos de cría seleccionados

Se valoraron, de forma cualitativa, las ventajas y desventajas de los métodos que dieron los mejores resultados, teniendo en cuenta como criterios evaluativos los de Mégevand *et al.* (1993), quienes consideraron el rendimiento potencial del método, la posibilidad de estimación de la producción, la eficiencia en el tiempo invertido en la cría y en las labores de manipulación, monitoreo y recolección, así como la similitud con las condiciones de campo. En la selección se tomaron en cuenta, además, las condiciones existentes en Cuba para la reproducción masiva de los ácaros fitoseidos y las características del cultivo de la papa y de la plaga.

Todos los experimentos se realizaron en condiciones de laboratorio. La temperatura fue de $23,20 \pm 4,83^\circ\text{C}$ y la humedad relativa de $71,66 \pm 10,80\%$, medidas con un higrotermógrafo.

Resultados y discusión

Método de cajas cerradas, supervivencia de hojas y plantas

Todos los métodos mostraron, de manera general, incrementos poblacionales de *A. largoensis* en condiciones laboratorio (Fig. 1). El resultado del análisis estadístico demostró que la mayor cantidad de individuos se obtuvo por el método de supervivencia de hojas, en este caso en estados móviles. Este resultado, a su vez, no difirió significativamente de los huevos y hembras cosechados con el mismo método, ni de las hembras en los restantes métodos. La variante menos adecuada para la reproducción de *A. largoensis* fue la de cajas cerradas.

Con respecto a los diferentes métodos de cría para fitoseidos, es importante señalar que —aunque el uso de estos ácaros en planes de control biológico se realiza desde hace cuatro décadas— aún hoy se continúa con la experimentación y optimización de los mismos. En todos los casos, se relacionan métodos más sencillos, económicos y que permiten obtener poblaciones más elevadas.

A pesar de las múltiples variantes que se han registrado, el empleo del método de supervivencia de hojas es muy común, señalándose como uno de los usados para la cría de fitoseidos, ya que mantiene la presa sobre un sustrato natural, permitiendo así la estabilidad y el desarrollo del depredador (Overmeer 1985a, Gilkeson 1992).

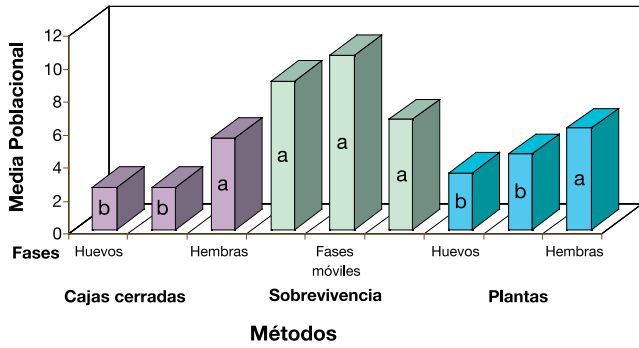


Figura 1. Incremento poblacional promedio de *A. largoensis* en los diferentes métodos de cría. Medias con letras iguales no difieren significativamente ($P < 0,05$).

Este método se ha aplicado con resultados satisfactorios en *Neoseiulus barkeri* (Hughes), *N. californicus* (McGregor) [= *Amblyseius californicus* (McGregor)], *A. andersoni* (Chant), *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot) y *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) [= *Typhlodromus occidentalis* (Nesbitt)] (Rodríguez-Reina *et al.* 1992); así como para *E. finlandicus* (Oudemans) [= *A. finlandicus* (Oudemans)], *A. reductus* Wainstein, *Anthoseius rhenanus* (Oudemans) (Kostiainen y Hoy 1994) y *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Ramos 1997).

Estudios relacionados con *A. largoensis* señalan también el método de supervivencia de hojas como el mejor para esta especie (Sandness y McMurtry 1970, Kamburov 1971). Se debe anotar que la validación cualitativa de los resultados antes descritos coincide con lo registrado por estos autores, quienes no evaluaron cuantitativamente sus datos. Los resultados encontrados en cuanto al incremento poblacional y la sencillez de la técnica ratifican las ventajas que tiene el método de supervivencia de hojas sobre los otros dos en la cría de *A. largoensis*. Sin embargo, con vistas a su producción masiva en las condiciones de los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) resulta poco práctico, porque las hojas de papa se deterioran con facilidad, requiriendo frecuentes cambios de alimento para mantener la estabilidad en la reproducción del depredador. Además, la cría de *P. latus* en papa durante el verano es difícil, pues las poblaciones se incrementan rápidamente y las plantas mueren a causa del daño que les provoca el fitófago.

Método sobre sustrato inerte con adición de polen y sin ella, y polen solo

Los mejores resultados se encontraron cuando se combinó *P. latus* y polen, aunque no difirieron significativamente del método de ácaro blanco solo. La variante con polen como única fuente de alimento difirió significativamente de los restantes métodos (Fig. 2). Kamburov (1971) indica que esta especie se reprodujo satisfactoriamente sobre polen de maíz por más de dos años y medio, aunque no especifica la magnitud de los incrementos poblacionales obtenidos; sin embargo, en este estudio se observó que, aunque se reproduce, no alcanza incrementos comparables a los logrados en los otros dos métodos de cría.

En los tres métodos de cría, las mayores cosechas se obtuvieron en las fases móviles. Este resultado es el esperado si se considera que la duración del desarrollo de *A. largoensis* varía de seis a ocho días, para condiciones similares (Rodríguez y Ramos, en prensa). Por esta razón, para observaciones de 10 días solo es posible alcanzar una segunda generación para las fases inmaduras, lo cual se consideró como un buen indicador de las características del método y coincidió con los resultados observados en el experimento anterior.

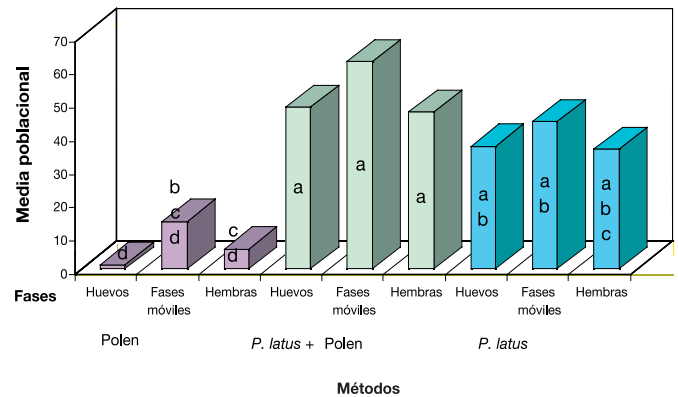


Figura 2. Incremento promedio poblacional de *A. largoensis* en los diferentes métodos de cría. Medias con letras iguales no difieren significativamente ($P < 0,05$).

Cuando se utilizó ácaro blanco más polen, la densidad poblacional del tarsonémido fue de $13,56 \pm 7,69$ *P. latus*/cm², valor significativamente inferior al de la variante que solo tenía ácaro blanco ($16,70 \pm 7,58$) ($P < 0,05$). Este hecho pone de manifiesto la influencia favorable que ejerce el polen cuando se adiciona como alimento suplementario, ya que los niveles poblacionales del depredador son mayores, a pesar de que el nivel de presa suministrado en esta variante fue menor.

Este resultado confirma el planteamiento de diversos autores, quienes indican los efectos beneficiosos de esta fuente alimenticia (McMurtry 1992, Reis y Alves 1997, Nomikuo *et al.* 2002, van Rijn *et al.* 2002). También es importante considerar que el polen es relativamente fácil de coleccionar y se puede almacenar a 4°C por más de un año, sin pérdida de su valor nutritivo (Overmeer 1985b), por lo que podría considerarse como una alternativa para la cría en Centros Reproductores, en los momentos en que sea difícil obtener altos niveles poblacionales de los fitófagos.

Asimismo, se ha demostrado que la presencia del polen en aguacateros (*Persea americana* Mill) incrementa la efectividad de *E. hibisci* (Chant) sobre *Oligonychus punicae* (Hirst.) (Acari: Tetranychidae), pues induce un mayor incremento poblacional del depredador, con lo cual aumenta el consumo total de presas, a pesar de que, individualmente, los depredadores consumen menos ácaros (McMurtry y Scriven 1966, McMurtry y Rodríguez 1987). Además de las ventajas que ofrece el polen para la cría de fitoseidos, este tiene un importante papel en el establecimiento de los depredadores en los períodos en los cuales escasean las presas disponibles (Overmeer 1985b).

Esta técnica permite una adecuada reproducción del depredador y, a la vez, disminuye considerablemente la manipulación. Mediante este procedimiento, sólo es necesario adicionar regularmente hojas de papa con abundante población de ácaro blanco y polen, ya que el biorregulador va pasando por sí mismo a las hojas recién puestas.

Los resultados alcanzados permiten concluir que la variante experimental donde se utilizó como alimento ácaro blanco más polen de maíz fue la que permitió obtener mayores poblaciones del depredador, con relativamente poco gasto de tiempo y recursos.

Método de las bandejas

La media poblacional de *A. largoensis* obtenida en el método de las bandejas para los dos momentos de cosecha se muestra en la Fig. 3. A los 15 días, se encontraron los mayores valores para los huevos, los estados móviles y la población total; mientras que las hembras alcanzaron volúmenes superiores a los 10 días. En ambos momentos, la menor densidad recolectada fue la de huevos.

A partir de este resultado, se puede establecer que la cosecha del depredador se debe realizar a los 15 días. En ese momento se obtendrá el mayor número

de individuos, fundamentalmente fases móviles que son, junto con las hembras, las fases aptas para ejercer el control una vez liberadas en campo.

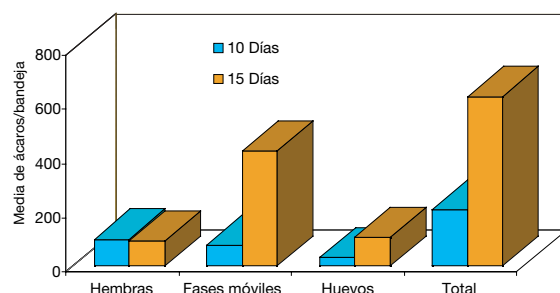


Figura 3. Incremento poblacional de *A. largoensis* en los dos momentos de cosecha.

Al evaluar los porcentajes de población presentes en los diferentes grupos de hojas a los 15 días, se observa que los mayores valores se encontraron en las hojas superiores, es decir, las últimas hojas que fueron colocadas en las unidades de cría (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentajes de *A. largoensis* cosechados en los diferentes grupos de hojas.

Grupos de hojas	Huevos	Fases móviles	Hembras	Total
1 - 3	0,30 a	0,18 a	0,33 a	0,22 a
4 - 6	0,20 b	0,18 a	0,19 b	0,18 c
7 - 9	0,18 b	0,15 b	0,17 b	0,16 b
10 - 12	0,17 b	0,15 b	0,13 c	0,15 d
13 - 15	0,07 c	0,15 b	0,08 d	0,13 e
16 - 18	0,04 c	0,09 c	0,05 e	0,08 f
19 - 21	0,004 e	0,04 d	0,01 f	0,03 g
22 - 24	-	0,01 e	0,003 g	0,009 h
ES _x	0,010	0,050	0,011	0,004

Medias seguidas de letras iguales no difieren significativamente ($P < 0,05$).

En el caso de los huevos, se hallaron diferencias significativas entre el primer y el segundo estrato, mientras que este último no difirió de los dos siguientes, concentrándose en los mismos la mayor contribución a la cosecha en esta fase. Los demás estratos tienen una contribución mínima. Las hembras ofrecen un comportamiento parecido al de los huevos, con la diferencia de que el tercer nivel difiere significativamente del cuarto y, a partir de éste, el aporte a la cosecha es de menor cuantía.

Las fases móviles tienen un comportamiento diferente con respecto a las hembras y a los huevos. En

este caso, son importantes los niveles poblacionales hallados hasta el quinto grupo de hojas, tendencia que se mantiene cuando se analiza la población total cosechada en cada uno de los estratos establecidos.

Las hembras tienen una marcada tendencia a ascender al nivel superior en busca de alimento (Cuadro 1), lo cual condiciona que en este estrato se alcancen también las mayores concentraciones de huevos. En las primeras 12 hojas se cosecha más del 83% de la población de estas fases. Sin embargo, las fases móviles se distribuyen uniformemente en los estratos de la unidad de cría, alcanzando solamente el 68% de la población, para una cantidad similar de hojas.

Este resultado brinda elementos importantes para el proceso de cría de esta especie, ya que permite conocer, desde el punto de vista cuantitativo, la distribución de *A. largoensis* en los diferentes estratos de la unidad de cría, para obtener la mayor cantidad de individuos sin agotar por completo la población. Esto posibilita contar con un número de fitoseidos remanentes para iniciar nuevos ciclos productivos, todo lo cual facilita el proceso de cosecha, ya que se puede precisar la cantidad de hojas que se deben recolectar, dependiendo de las necesidades.

Escudero y Ferragut (1996) utilizan un procedimiento similar para reproducir a *P. persimilis* Athias-Henriot y *N. californicus* sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), con la diferencia de que en vez de utilizar hojas de papa, emplean hojas de judía. También en Colombia se ha criado a *Typhlodromalus tenuiscutus* McMurtry y Moraes, mediante técnicas muy parecidas, y se han reportado incrementos poblacionales semejantes a los aquí descritos (Mesa *et al.* 1993). En Cuba, técnicas de reproducción similares a las evaluadas en este estudio han sido utilizadas por Martínez *et al.* (1994) para *P. macropilis* y *A. limonicus* (Garman y McGregor), con resultados satisfactorios.

Con relación al momento de cosecha —aunque existe diversidad de criterios— una frecuencia quincenal es reconocida como un intervalo adecuado (Lo *et al.* 1992, Mesa *et al.* 1993), aspecto que se corroboró en este estudio.

El método de las bandejas constituyó la mejor opción para reproducir masivamente este depredador, por los incrementos poblacionales alcanzados, las facilidades de manipulación y los mínimos recursos requeridos.

Supervivencia sobre presas alternativas

Se encontró que *P. citri* es un alimento que permite el desarrollo y la reproducción de *A. largoensis* de forma satisfactoria. A los 10 días, la cosecha mayor se registró para los estados móviles, seguidos por los huevos. La menor cosecha se alcanzó para las hembras (Fig. 4).

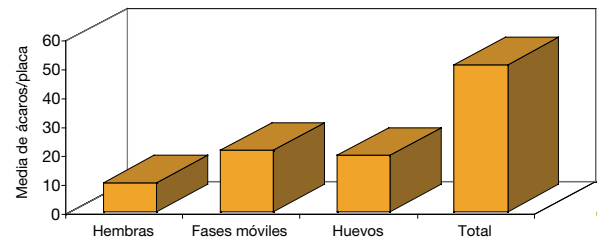


Figura 4. Incremento promedio poblacional de *A. largoensis* sobre *P. citri*.

El empleo de presas alternativas para la cría de ácaros se utiliza, incluso, en la producción de biorreguladores para ser liberados directamente en el campo. Entre estos se encuentran *N. cucumeris* (Oudemans) [= *A. cucumeris* (Oudemans)] y *N. barkeri*, los cuales son liberados masivamente para combatir a *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae). Estos fitoseidos son criados sobre ácaros de productos almacenados (*Acarus* spp. y *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Pyroglyphidae) (Ramakers y Lieburg 1982, Ramakers 1983). Mégevand *et al.* (1993) reportan la cría masiva de *N. idaeus* Denmark y Muma sobre *T. urticae*, para combatir a *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae), en yuca.

Los resultados permiten aseverar que este biorregulador se puede criar satisfactoriamente sobre *P. citri*, por lo que este método de cría se considera idóneo para el mantenimiento del pie de cría de *A. largoensis*, a partir del cual se podrá restablecer la producción masiva del depredador sobre ácaro blanco cuando sea necesario. Por este método, las actividades de mantenimiento se simplifican, gracias a la mayor duración de las hojas de toronja en condiciones de supervivencia, lo que lo hace más sencillo y económico que la cría sobre *P. latus* con los mismos fines.

Comparación de métodos

En general, se corroboraron los resultados encontrados en los análisis estadísticos. Los valores más elevados se obtuvieron con los métodos de supervivencia de hojas, *P. latus* más polen y *P. latus* solo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de incremento de *A. largoensis* en los diferentes métodos de cría a los 10 días y la tasa de multiplicación.

Métodos de cría	Incremento	Tasa de multiplicación
Cajas cerradas	921,04	9,22
Supervivencia de hojas	1784,85	17,85
Plantas	947,97	9,48
Polen	140,71	1,41
Polen + <i>P. latus</i>	1658,94	16,59
<i>P. latus</i>	1203,45	12,03
Bandeja	943,79	9,43
<i>P. citri</i>	646,67	6,47

Es importante destacar que esta especie multiplica varias veces su población a los 10 días de iniciado el experimento, lo cual demuestra que tanto los métodos de cría empleados como el alimento ofrecido interactúan eficientemente en la producción del biorregulador y corroboran los resultados obtenidos en los estudios biológicos realizados.

El método de las bandejas arrojó resultados muy favorables en la observación realizada a los 15 días. Se alcanzó un porcentaje de incremento de 3024,69 y una tasa de multiplicación de 30 veces la población inicial. Sobre la base de estos resultados y la sencillez de la técnica, se recomienda como método más apropiado para la reproducción masiva de este depredador. En esta valoración también se consideró que en los CREE de Cuba existe el equipamiento necesario para realizar la reproducción masiva por este método, puesto que las bandejas se usan para la reproducción masiva de hongos biocontroladores en medio sólido. La sencillez de la técnica y la poca manipulación que requiere —solo es necesario adicionar hojas infestadas cada dos días— lo convierte en un procedimiento factible de ejecutar por el personal que labora en estas instalaciones.

Con relación al método en que se utilizó *P. citri* como alimento, los porcentajes de incremento fueron inferiores a los hallados cuando *A. largoensis* se alimentó de *P. latus*. Se conoce que los fitoseidos generalistas tienen normalmente menores tasas de incremento sobre ácaros tetránquidos y sobre otras fuentes de alimento pueden alcanzar crecimientos más favorables (McMurtry y Rodríguez 1987), por lo que las diferencias encontradas pueden deberse a efectos nutricionales.

Validación de los parámetros demográficos

Los valores más altos de la rm se encontraron en los métodos de las bandejas, supervivencia de hojas y *P.*

latus más polen (Cuadro 3). Los mismos fueron superiores a los calculados en condiciones óptimas, para temperaturas similares (Yue y Tsai 1996). Este resultado, de modo general, está sustentado en los porcentajes de incrementos y la tasa de multiplicación encontrados, y evidencia que los métodos evaluados ofrecen condiciones óptimas para que este depredador exprese su potencial reproductivo.

Cuadro 3. Tasa intrínseca de incremento (λ), tasa finita de incremento (l) y tasa reproductiva neta (Ro) de *A. largoensis* en diferentes métodos de cría.

Métodos	rm	λ	Ro
Cajas cerradas	0,232	1,261	10,22
Supervivencia de hojas	0,293	1,340	18,85
Plantas	0,234	1,263	10,48
<i>P. latus</i>	0,256	1,291	13,03
Polen + <i>P. latus</i>	0,286	1,331	17,59
Polen	0,087	1,090	2,41
Bandeja	0,344	1,41	31,25
<i>P. citri</i>	0,20	7,46	1,22

La rm es un factor crucial en el éxito de los ácaros fitoseidos como biorreguladores, por lo que puede ser usada como índice para describir el incremento potencial de una especie bajo condiciones predeterminadas (Galazzi y Nicoli 1996). Este parámetro combina la tasa de reproducción y la mortalidad de la población, lo cual permite determinar los cambios netos en ella; por eso, puede ser usado como modelo, con el cual es posible comparar las tasas de incrementos observadas en la naturaleza (Ravinovich 1976). En la rm se sintetizan cualidades biológicas importantes, como son la fertilidad, la longevidad, la velocidad del desarrollo y el cociente sexual (Vera 1990).

Castagnoli y Falchini (1993) encontraron un valor de rm de 0,19 cuando *N. californicus* se alimentó de ácaro blanco y se basaron en este parámetro para señalarlo como una especie promisoría para el control del tarsonémido. Los resultados obtenidos demuestran que *A. largoensis* expresa mejores posibilidades para multiplicarse sobre esta especie y convertirse en un método de control eficiente. Los valores de rm encontrados pueden considerarse adecuados y son los característicos para los fitoseidos generalistas (McMurtry y Croft 1997).

El valor de la tasa de reproducción neta (Ro), que representa el número de progenie/hembra de una población, en el método de las bandejas fue superior al encontrado para *A. largoensis* por Yue y Tsai (1996); mientras que en los restantes métodos fue inferior, lo

cual puede deberse a que el tiempo medio de generación se prefijó en 10 ó 15 días, y que influyó en los valores observados. Lo mismo se ha observado en estudios similares realizados con *P. macropilis* (Ramos 1997).

La tasa finita de incremento (l) se encuentra en el rango establecido para especies que controlan adecuadamente ácaros tetránquidos (Sabelis 1985). Este valor indica la cantidad de individuos que habrá en la próxima unidad de tiempo por cada uno de los que existe en la actual.

Ventajas y desventajas de los métodos seleccionados

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de métodos de cría, se seleccionaron los métodos de las bandejas, supervivencia de hojas y *P. latus* más polen como los más favorables para la cría de *A. largoensis*, y el de supervivencia sobre presas alternativas por su implicación en la extensión de este resultado (Cuadro 4).

El método de supervivencia de hojas se considera como el más adecuado para la realización de estudios biológicos con esta especie, dada la facilidad de monitoreo y evaluación que ofrece al poder observar los ácaros directamente bajo el estereomicroscopio, lo que permite tomar la fase que se requiera, así como por los altos potenciales de incremento.

Overmeer (1985a) y Gilkeson (1992) indican que la técnica de supervivencia de hojas garantiza la producción del depredador y la estabilidad de la presa de forma simultánea, lo cual es muy favorable y proporciona, además, los altos niveles de humedad requeridos para el desarrollo normal de los depredadores. Sin embargo, necesita que las hojas que se utilicen mantengan una buena calidad durante largos períodos de tiempo. Este último elemento es el factor que limita su uso con vistas a establecer la producción masiva del biorregulador, pues las hojas requieren ser repuestas frecuentemente, por lo que se consume gran cantidad de tiempo en la operación.

Esta limitante de la producción de *A. largoensis* sobre ácaro blanco se resuelve cuando se utiliza el método de las bandejas. Esta técnica, al igual que la anterior, permite una adecuada reproducción del depredador y, a la vez, disminuye considerablemente la manipulación. Mediante este procedimiento, sólo es necesario adicionar regularmente hojas de papa con abundante población de *P. latus*, ya que el biorregulador, por sí mismo, va pasando a las hojas recién puestas. Después de varios días se forma una pequeña montaña de hojas dentro de la unidad de cría. Con ello, se facilita la recolección de los fitoseidos, pues sólo es necesario tomar las hojas del nivel superior 24 horas después de haber sido colocadas, lo que permite cosechar un volumen elevado de la población presente.

Durante el período en el cual no se cultiva la papa, el mantenimiento de la cría se podrá realizar sobre *P. citri*. Este método permite mantener adecuadamente el fitoseido y brindará las poblaciones necesarias para reiniciar la producción del biorregulador sobre ácaro blanco.

El mejor método para el mantenimiento de la cría en laboratorio es el de supervivencia de hojas sobre sustrato inerte con polen, en el momento en que las hojas de papa estén disponibles; una vez que se termine el período óptimo del cultivo, se emplearía *P. citri* como presa alternativa.

En conclusión, los mayores porcentajes de incremento se alcanzaron mediante el empleo de los métodos de supervivencia de hojas, *P. latus* más polen y las bandejas. Para el mantenimiento de la cría durante el período en que no hay disponibilidad de papa, se debe emplear el método de supervivencia de hojas de toronja con *P. citri* como presa alternativa. La producción masiva del biorregulador se debe realizar por el método de las bandejas.

Cuadro 4. Ventajas y desventajas comparativas de los métodos de cría seleccionados.

Crterios	Supervivencia	<i>P. latus</i> + polen	<i>P. citri</i>	Bandejas
Rendimiento potencial	++	++	+	++
Estimación de la producción	++	+	++	+
Eficiencia del tiempo	-	+	++	++
Eficiencia en la labor	-	++	+	++
Monitoreo y manipulación	+	+	+	+
Recolección	-	++	-	++
Similitud con las condiciones de campo	++	+	-	+

++ Ventajoso + Intermedio - Desventajoso

Literatura citada

- Bouza, C; Allende, S; Fernández, M. 1993. Estimación de la razón instantánea de crecimiento: un nuevo análisis para un viejo problema. *Agrociencia. Serie Matemáticas Aplicadas, Estadística y Computación* 2(4):129-142.
- Castagnoli, M; Falchini, L. 1993. Suitability of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) as prey for *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Redia* 76(2):273-279.
- Escudero, A; Ferragut, FJ. 1996. Comportamiento de especies de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot y *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) ante diferentes densidades de presa. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 22:115-124.
- Galazzi, D; Nicoli, G. 1996. Comparative study of strains of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). II. Influence of mass-rearing on population growth. *Boll. Ist. Entomol. "G. Grandi" Univ. Bologna* 50:243-252.
- Gilkeson, LA. 1992. Mass rearing of phytoseiid mites for testing and commercial application. In Anderson, T E; Leppla, NC. eds. *Advances in insect rearing for research and pest management*. Boulder, Colorado, Westview Press. p. 489-506.
- Kamburov, SS. 1971. Feeding, development, and reproduction of *Amblyseius largoensis* on various foods substances. *Journal of Economic Entomology* 64(3):643-648.
- Kostianen, T; Hoy, MA. 1994. Eggs-harvesting allows large scale rearing of *Amblyseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. *Experimental & Applied Acarology* 18:155-165.
- Lo, KC; Lee, WT; Wu, TK; Ho, CC. 1992. Use of predators to control spider mites (Acarina: Tetranychidae) in the Republic of China on Taiwan. *International Seminar on the use of parasitoids and predator to control agricultural pests*. Proceedings. p. 166-178. (FFTC Book Series no. 40).
- Martínez, Z; Espinosa, JC; Turino, H. 1994. Método de cría de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) y *Amblyseius limonicus* (Garman y McGregor). *Actividad biológica de A. limonicus en condiciones de campo*. Simposio de Zoología (3, 1994, La Habana, CU). Resúmenes. p. 34.
- McMurtry, JA; Scriven, GT. 1966. Life-history studies of *Amblyseius limonicus*, with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Annals of the Entomological Society of America* 58:106-111.
- _____; Rodríguez, JG. 1987. Nutritional ecology of phytoseiid mites. In Slansky, FJR; Rodríguez, JG. eds. *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. New York, US, Willey. p. 609-644.
- _____. 1992. Dynamics and potential impact of generalist phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. *Experimental & Applied Acarology* 14:371-382.
- _____; Croft, BA. 1997. Life-Styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology* 42:291-321.
- Mégevand, B; Klay, A; Gnanvossou, D; Paraiso, G. 1993. Maintenance and mass rearing of phytoseiid predators of the cassava green mite. *Experimental & Applied Acarology* 17:115-128.
- Mesa, NC; Lenis, JL; Brauw, AR; Duque, MC. 1993. Desarrollo de metodologías para la cría masiva de *Typhlodromalus tenuiscutus* McMurtry y Moraes (Acari: Phytoseiidae) en yuca. *Revista Colombiana de Entomología* 19(2):41-50.
- Nomikuo, M; Janssen, A; Schraag, R; Sabelis, MW. 2002. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Experimental & Applied Acarology* 27:57-68.
- Overmeer, WPJ. 1985a. Rearing and handling. In *Spider Mites: Their biology, natural enemies and control* Helle, W; Sabelis, MW. (Eds). Elsevier, Amsterdam. Vol. 1B, Cap. 2.1.4.1:161-170.
- _____. 1985b. Alternative prey and other food resources. In Helle, W; Sabelis, MW. eds. *Spider Mites: Their biology, natural enemies and control*. v. 1B. Amsterdam, Elsevier. p. 131-140.
- Ravinovich, JE. 1976. *Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales*. 2 ed. México, Continental. 313 p.
- Ramakers, PMJ; Lieburg, MJ. 1982. Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* Sch. and PR. (Acarina: Phytoseiidae) for the control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*. 47(2):540-545.
- _____. 1983. Mass production and introduction of *Amblyseius mckenziei* and *Amblyseius cucumeris*. *OILB SROP/WPRS Bulletin* 6(3):203-210.
- Ramos, M. 1997. Desarrollo de métodos de cría de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acarina: Phytoseiidae). *Revista de Protección Vegetal* 12(1):1-5.
- Reis, PR; Alves, EB. 1997. Criación do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark y Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratorio. *Anais da Sociedade Entomologica de Brasil* 26(3):565-568.
- Rijn, PCL van; Houten, YM van.; Sabelis, MW. 2002. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology* 88:2669-2679.
- Rodríguez-Reina, JM; García-Marí, F; Ferragut, F. 1992. Actividad depredadora de varios ácaros fitoseidos sobre distintos estados de desarrollo del trips de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 18:253-263.
- Rodríguez, H; Ramos, M. Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Revista Protección Vegetal* (en prensa).
- Sabelis, MW. 1985. Capacity for population increase. In Helle, W; Sabelis, MW. Eds. *Spider Mites: Their biology natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier. v. 1B. p. 35-42.
- Sandnees, JN; McMurtry, JA. 1970. Functional response of three species of Phytoseiidae (Acarina) to prey density. *The Canadian Entomologist* 102:692-704.
- Vera, G. 1990. Técnicas demográficas. In Vera, G. ed. *Temas selectos sobre ecología de poblaciones*. México, Universidad de Chapingo. p. 61-99.
- Yue, G; Tsai, JH. 1996. Development, survivorship, and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on selected plant pollens and temperature. *Environmental Entomology* 25(2):488-494.