

Dinámica de poblaciones

R. Vargas • S. Rodríguez

La **dinámica de poblaciones** es el estudio de los cambios que sufren las comunidades biológicas así como los factores y mecanismos que los regulan. El estudio de las fluctuaciones en el tamaño y/o densidad de las poblaciones naturales se basa en tres pilares fundamentales: una serie de principios teóricos generales que subyacen al cambio poblacional, la formalización e interpretación de estos principios a través de modelos matemáticos, y por último, la interpretación de estos principios y modelos en términos de mecanismos biológicos.

El papel que juegan los parasitoides y depredadores en la dinámica de poblaciones naturales ha sido uno de los aspectos menos entendidos y por lo mismo, subestimado y subutilizado dentro de la ecología de poblaciones. Aunque se han registrado muchos casos exitosos de Control Biológico, en la mayoría de ellos no existe información sobre las propiedades biológicas y ecológicas de los enemigos naturales antes de su liberación para conocer su potencialidad como regulador de las poblaciones de la plaga objetivo y a la vez predecir el grado de éxito obtenido en condiciones de campo. Además, no se desarrollan estudios posteriores para explicar los mecanismos involucrados en el desempeño del enemigo natural. Por otro lado, se plantean criterios y umbrales poco rigurosos para estimar el grado de eficiencia alcanzado por un agente de control biológico.

El desconocimiento de las bases teóricas en las que se desarrollan las interacciones entre parasitoides o depredadores y hospederos o presas en la mayoría de los programas de control biológico, disminuye las posibilidades de predicción y por ende las probabilidades de éxito de dichos programas.

La importancia del estudio y aplicación de la dinámica de poblaciones en los programas de Control Biológico se resume en los siguientes aspectos:

1. Es fundamental para comprender los procesos de regulación de poblaciones de plagas a través del uso de enemigos naturales.
2. Permite conocer y jerarquizar los atributos de los enemigos naturales y su impacto en el éxito de los programas de control biológico.
3. Es posible predecir con mayor grado de seguridad los resultados de nuevas introducciones de enemigos naturales.
4. Establece teorías robustas que sirven de base para la generación de nuevos programas de control.

Esta teoría ecológica presenta aspectos fundamentales para el estudio y entendimiento de la dinámica de las poblaciones animales, en particular, las interacciones tritróficas, esto es, planteadas a nivel del sistema planta-plaga-enemigo natural, en que los siguientes aspectos son relevantes:

Distribución espacial de las poblaciones

La distribución responde a un conjunto de influencias: búsqueda de nutrientes, condiciones físicas desfavorables, reacciones de competencia, entre otras. El modelo o distribución espacial se considera un atributo fundamental de los seres vivos y su conocimiento incide en la eficiencia de los planes de muestreo y en el análisis e in-

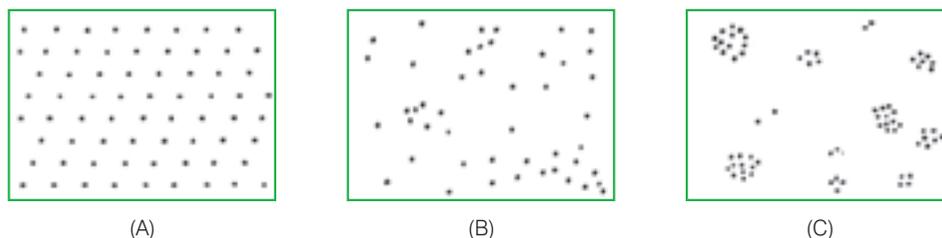


Figura 7-1

Distribución espacial: (A) uniforme; (B) al azar; y (C) agregada.

interpretación de los datos. Existen 3 tipos de distribución espacial: uniforme, al azar y agregada (Figura 7-1).

- Distribución uniforme: en que los individuos se disponen a una cierta distancia unos de otros; se produce cuando el ambiente no es el idóneo por lo que aparecen fuertes relaciones intraespecíficas.
- Distribución al azar: se observa en especies que tienen amplios límites de tolerancia por lo que no se tienden a reunir en grupos.
- Distribución agregada: cuando los individuos se disponen en grupos muy densos pero separados de otros grupos también densos. Esta distribución es la más frecuente en plagas agrícolas, pues permite una mayor protección, reproducción y dispersión de la especie.

Quantificación de poblaciones

El uso de los modelos clásicos de Umbral Económico y Nivel de Daño Económico se basa en la estimación de la densidad de la plaga por medio de técnicas de muestreo establecidas específicamente para insectos y ácaros que son objeto del estudio.

La abundancia de las poblaciones generalmente se expresa en términos de número de individuos por unidad de superficie (larvas por metro, pulgones por tallo, etc.). El recuento total de los individuos de una población, es decir un censo, arroja el conocimiento exacto de la densidad poblacional, sin embargo, es impracticable a nivel de huerto de modo que se debe recurrir al muestreo.

El muestreo es una actividad cuyo objetivo es estimar la densidad poblacional. Toda estimación de un parámetro poblacional tiene un determinado nivel de error que podría derivar en decisiones erróneas, por lo tanto, es necesario incrementar la precisión en las estimaciones de densidad poblacional (ver Capítulo 3: *Monitoreo de plagas y registro*).

Diversos factores determinan el nivel de precisión de una estimación de densidad poblacional, siendo uno de ellos el tamaño de la muestra (número de unidades muestrales): a mayor tamaño de muestra, menor variabilidad

y por consiguiente mayor precisión (Pedigo y Buntin, 1994). Además, es necesario implementar un programa de muestreos de una determinada plaga a lo largo de varias temporadas, manteniendo constante la técnica de muestreo, el mismo cultivo y el tamaño de la unidad muestral.

Un método de muestreo para artrópodos exige como requisito el conocimiento de la distribución estadística que interprete su disposición espacial, siendo una de las distribuciones más usada la denominada Binomial Negativa que ha demostrado en muchos casos ser aplicable al estudio de la distribución en poblaciones de insectos, asociando la proporción de hojas ocupadas y la media poblacional (Vargas 1988).

En un plan de manejo integrado se considera fundamental establecer un programa de muestreo que genere información rápida, económica y con un nivel de precisión conocido, objetivo alcanzado, entre otros métodos, por un muestreo secuencial, cuya principal característica es un tamaño de muestra flexible, que depende de la densidad poblacional de la plaga, y que aporta información necesaria para tomar una decisión de control (Vargas y Rodríguez 1990) (ver Capítulo 3: *Monitoreo de plagas y registro*).

Factores externos actuando sobre la dinámica poblacional

Los principales factores externos asociados a estudios de dinámica poblacional en plagas y enemigos naturales son los siguientes:

- Temperatura. Fundamentalmente en relación al tiempo de desarrollo de los estadios juveniles, longevidad de los adultos, y producción de huevos en la hembra.
 - Grados día (GD) y Grados Día de Desarrollo (GDD). Uso de la temperatura para predecir la emergencia de los insectos y su actividad, a través del cálculo del calor acumulado, expresado como grados día. Este concepto térmico parte de la base

que el crecimiento de un insecto es dependiente de la cantidad total de calor a la cual estuvo expuesto durante sus fases fenológicas.

Al conocer el valor de los grados día para el desarrollo de un insecto particular, se puede establecer un calendario de las actividades del insecto asociadas a la temperatura, información relevante en términos de control.

- Humedad Relativa. Considerada en relación a que el nivel higrométrico puede actuar directamente como factor limitante sobre huevos y estadios juveniles y en la determinación de la actividad y longevidad de los adultos.
- Fotoperíodo. Desde el punto de vista que una mayor duración de la fotofase puede incrementar la fecundidad de la hembra. Considera, además, la intensidad luminosa y la longitud de onda como importantes factores reguladores de la fecundidad.

Tablas de vida y factores clave de mortalidad

Es importante el conocimiento de los parámetros bioecológicos que permitan evaluar las características intrínsecas de las poblaciones de plagas y enemigos naturales. La construcción de tablas de vida es una manera sinóptica y sintética de plasmar en forma cualitativa y numérica las principales características de estas poblaciones.

Determinar la duración del ciclo de vida, proporción sexual, longevidad, fecundidad y construir una tabla de vida, sirve como base teórica para la aplicación adecuada de técnicas de manejo integrado de plagas.

Los objetivos de la elaboración y análisis de tablas de vida son:

1. Estimar la distribución de la mortalidad en las diferentes edades de un organismo
2. Predecir el tamaño potencial de las poblaciones (r_m), a través de un muestreo adecuado

Para alcanzar tales objetivos es necesario estimar parámetros de vida de plagas y enemigos naturales, como parámetros específicos de edad, tasas de mortalidad y fecundidad, sobrevivencia, esperanza de vida, tasa neta de reproducción, tasa intrínseca de reproducción, tasa finita de incremento y tiempo generacional.

Parámetros de tabla de vida

Los estudios que evalúan a los depredadores en base a tasas de consumo o fecundidad de hembras, no logran determinar el potencial de control que posee el enemi-

go natural sobre la plaga, proporcionando información incompleta, es decir, altas tasas de consumo no implica una alta fecundidad y fertilidad, por tal motivo es necesario determinar los parámetros biológicos que resultan claves en condiciones de laboratorio para estimar el potencial biótico que presenta la especie de interés en el campo.

La confección de tablas de vida y fertilidad de depredadores y presas son fundamentales para evaluar la eficiencia y potencialidad de un enemigo natural sobre una determinada plaga (Bellows *et al.*, 1992; Naranjo 2001; Busato *et al.*, 2004; Gabre *et al.*, 2005; Vantornhout *et al.*, 2005; Vargas *et al.*, 2005; Ozman-Sullivan 2006; Collier *et al.*, 2007; Reis *et al.*, 2007; Ferrero *et al.*, 2007; Broufas *et al.*, 2007), información que unida a registros de consumo genera supuestos de eficiencia de los potenciales depredadores en el huerto (Chi y Yang 2003; Kishimoto 2003; Gotoh *et al.*, 2006; O'Neil *et al.*, 1998).

La tasa intrínseca de crecimiento de una población, cuyo valor máximo se denomina potencial biótico (Birch 1948), es característico de cada especie y expresa la facultad privativa de una población para aumentar el número de individuos bajo condiciones ambientales óptimas.

El parámetro tasa intrínseca de crecimiento (r_m) obtenido en condiciones de laboratorio es un indicador del potencial de control que tienen los enemigos naturales sobre su presa u hospedero, y permite suponer que en condiciones de campo el patrón de reducción de la población plaga podría mantenerse, representando un factor significativo de regulación.

La estimación de este parámetro sobre depredadores y presas permite generar relaciones numéricas entre ambas poblaciones, útiles al momento de establecer las proporciones de liberación de enemigos naturales en el huerto. Es así como fueron estimados los parámetros de tabla de vida de la Falsa arañita de la vid *Brevipalpus chilensis* (Acari: Tenuipalpidae) y el fitoseido *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) (Vargas *et al.* 2005), determinándose que una proporción depredador: arañita en campo de 1:6, resulta apropiada para mantener una población de baja incidencia de *B. chilensis* en viñedos var. Sauvignon Blanc (Olivares, 2007).

La aproximación teórica realizada sobre la Arañita roja del palto, *Oligonychus yothersi* (Acari: Tetranychidae) y el fitoseido *Cydnodromus picanus* (Acari: Phytoseiidae), indicó que una proporción depredador: presa de 1:10, otorgaría una regulación de la plaga a niveles tolerables, dicha relación que está siendo evaluada en campo durante la presente temporada (2008).

Fundamentalmente, la estimación del crecimiento de poblaciones de depredadores y presas es una herramienta que permite establecer con base teórica la planificación de las liberaciones en el campo (Vargas y Rodríguez 2007).

La capacidad de multiplicación de una población durante una generación (r_m) asocia la tasa neta de reproducción (R_0) y el tiempo generacional (T) (Rabinovich 1980), señalando el potencial control de un enemigo natural en el tiempo sobre una determinada plaga (Persad y Khan 2002; Kontodimas *et al.*, 2005).

Para visualizar la utilidad y aplicación de las tablas de vida a los programas de Control Biológico, se presenta a continuación una síntesis de 2 tesis de postgrado desarrolladas en el INIA La Cruz durante los años 2006 y 2007.

Parámetros de tabla de vida de la Escama blanca del palto, *Hemiberlesia lataniae*, y su parasitoide *Aphytis diaspidis*

El estudio de los parámetros de tabla de vida de la escama latania y su parasitoide *Aphytis diaspidis*, arrojó los resultados presentados en el Cuadro 7-1, en que la población del enemigo natural crece 5,2 veces en 16,8 días, es decir, por cada hembra de la generación actual, habrán 5,2 hembras en la generación siguiente. Además, por cada hembra presente en un día habrá 1.1 hembras al día siguiente. Por lo tanto, en cualquier instante el número de hembras de la población de *A. diaspidis* se incrementará a una tasa tal, que se espera un crecimiento poblacional cercano al 10% diario (Cuadro 7-1).

La tasa neta de reproducción (R_0), definida como el número de hembras por cada hembra en una generación, fue mayor para la escama latania que para *A. diaspidis*, indicando con ello su alta capacidad reproductiva cuando es alimentada sobre zapallo cacho.

La tasa intrínseca de crecimiento (r_m), definida como la capacidad de multiplicación de una población, fue estadísticamente más alta para *A. diaspidis* que para la escama latania, resultados que confirman la potencialidad de control que ofrece este parasitoide sobre la plaga. El valor marcadamente superior de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional del enemigo natural permite suponer que, utilizándolo en un programa de control biológico, podría mantener en un bajo nivel la población de la plaga.

La tasa finita de crecimiento, definida como el número de individuos que se agregan a una población por día, fue para *A. diaspidis* 1.1, valor que es considerado como indicador de un buen candidato para control biológico de especies fitófagas (Sabelis y Bakker 1992). Además, este valor fue mayor al obtenido por la escama latania, lo que refuerza la idea que el parasitoide podría ayudar a mantener en un bajo nivel la población de la plaga.

El tiempo generacional, el cual indica el tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas, resultó ser notoria-

Cuadro 7-1

Parámetros de tabla de vida y estadísticos relacionados de *H. lataniae* sobre zapallo cacho y de *A. diaspidis* sobre la escama, en condiciones de laboratorio ($T^{\circ}26 \pm 2^{\circ}C$, HR $65 \pm 5\%$, L:O 14:10).

Parámetros biológicos	Plaga <i>Hemiberlesia lataniae</i>	Parasitoide <i>Aphytis diaspidis</i>
r_m (tasa intrínseca de crecimiento)	0,06	0,09
R_0 (tasa neta de reproducción)	139,8	5,2
T (tiempo generacional)	72,3	16,8
λ (tasa finita de crecimiento)	1,07	1,1

Fuente: Navea, 2008.

mente mayor en la escama latania, lo que se interpreta como una ventaja para el incremento poblacional del parasitoide (La Rossa *et al.*, 2002).

Según los antecedentes anteriores, *A. diaspidis* podría considerarse como un importante agente de control biológico de la escama latania dentro de un programa de manejo integrado (Navea, 2007).

Parámetros de tabla de vida de la Arañita roja del palto, *Oligonychus yothersi*, y su depredador *Cydnodromus picanus*

Los parámetros biológicos de *C. picanus* muestran que su población crece 31,1 veces (R_0) en 13,9 días (T), es decir, por cada hembra en la generación actual, habrán 31,1 hembras en la generación siguiente; además, por cada hembra presente en un día habrán casi 1,27 (λ) hembras al día siguiente, por lo tanto, en cualquier instante el número de hembras de la población de este fitoseido se incrementará a una tasa tal que se espera un crecimiento del 24% (r_m) de la población de un día al siguiente (Cuadro 7-2).

El depredador obtuvo, en general, mayores valores para los parámetros de tabla de vida en comparación a la plaga, en condiciones de laboratorio. Principalmente, un mayor valor de r_m del fitoseido, indica su capacidad para actuar como enemigo natural de la arañita roja del palto.

Cuadro 7-2

Parámetros de tabla de vida de la araña roja del palto y su depredador *C. picanus* ($T=27 \pm 2^\circ\text{C}$, HR 87,4%, L:O 16: 8).

Parámetros biológicos	Plaga <i>O. yothersi</i>	Depredador <i>C. picanus</i>
R_0 (tasa neta de reproducción)	39,66	31,13
r_m (tasa intrínseca de crecimiento)	0,22	0,24
λ (tasa finita de crecimiento)	1,25	1,27
T (tiempo generacional)	16,36	13,91
DT (doble tiempo generacional)	3,08	2,80

Fuente: Rioja, 2008.

Modelos poblacionales aplicados en Control Biológico

Los modelos poblacionales asociados al Control Biológico resultan altamente complejos, sin embargo, se ajustan a la realidad, de manera que son capaces de predecir y describir los cambios en la densidad de los individuos en una población en un tiempo y espacio determinados, los cuales serían de gran utilidad en la aplicación de estrategias de manejo de plagas.

Un modelo predictivo describe los cambios que ocurrirían en una población de acuerdo con una serie de condiciones ambientales y datos poblacionales iniciales. Huffaker *et al.* (1977) analizan y discuten los principales modelos de interacción parasitoide/hospedero o depredador/presa, principalmente en función de su estabilidad.

El modelo exponencial y logístico utilizan por primera vez representaciones matemáticas para predecir cambios poblacionales. Aunque pueden representar el crecimiento poblacional en situaciones simples (particularmente en las etapas iniciales), su aplicación es limitada ya que se ignoran propiedades biológicas fundamentales, como estructura de edades y sobrevivencia, asumiendo reproducción continua. Mientras que en el modelo exponencial, las poblaciones crecen hasta el infinito, el modelo logístico fue el primero en reconocer que las poblaciones crecen hasta alcanzar un límite máximo.

El modelo de Lotka-Volterra es el primer modelo que describe las interacciones entre dos especies: presa y de-

predador. Aunque los supuestos son simples, la importancia del modelo radica en que se incorpora la noción de densodependencia entre dos especies. En función de los valores de los parámetros, el modelo permite la coexistencia de las dos especies o la eliminación de una de ellas.

El modelo Nicholson-Bailey asume:

- que los parasitoides buscan al azar a los hospederos;
- que los cambios en las densidades del parasitoide y hospedero no influyen en la tasa de ataque del parasitoide;
- que la fecundidad y mortalidad (por otros factores diferentes al parasitismo) son constantes; y
- que los parasitoides no tienen limitaciones en su dotación de huevos.

El modelo de Varley *et al.* (1973), incorpora los conceptos de respuesta funcional, tiempo de manipulación (Holling 1966) e interferencia mutua (IM) (Hassell y Varley 1969), los cuales aportan estabilidad en las interacciones parasitoide/hospedero.

Al analizar la estabilidad de los modelos relacionados con el Control Biológico, Hassell y May (1973) identificaron tres factores importantes en la interacción parasitoide/hospedero, todos relacionados con respuestas de los parasitoides:

- a. La respuesta funcional a cambios en la densidad del hospedero.
- b. La respuesta a su propia densidad (interferencia mutua).
- c. La respuesta a la distribución del hospedero.

En base a varios modelos predictivos desarrollados se sugiere que la utilización de enemigos naturales en programas de control biológico debe estar fundada en aquellos atributos que aumentan las probabilidades de alcanzar cierta estabilidad con su hospedero o presa a bajas densidades, como una alta eficiencia en su capacidad intrínseca de búsqueda, particularmente a bajas densidades del hospedero/presa, el menor tiempo de manipulación de la plaga en relación con el tiempo total de búsqueda, una menor interferencia mutua que contribuya a la estabilidad de la interacción (entendiendo por IM el resultado detrimental del aumento de la densidad de enemigos naturales sobre la tasa de parasitismo o depredación) y una alto grado de agregación de los enemigos naturales con respecto a la distribución del hospedero.

Aunque estos atributos de los enemigos naturales se enmarcan en un contexto teórico sólido, ha resultado difícil predecir el grado de éxito de los programas de Control Biológico y estimar la eficiencia en base a dichos atri-

butos (DeBach 1974). Un enemigo natural efectivo es aquel capaz de regular la densidad de la población plaga y mantenerla en niveles bajo el umbral económico establecido para un determinado cultivo. Esta efectividad está estrechamente asociada a las siguientes características (DeBach 1991):

1. Adaptabilidad a los cambios en las condiciones físicas del medio ambiente.
2. Alto grado de especificidad a un determinado hospedero/presa.
3. Alta capacidad de crecimiento poblacional con respecto a su hospedero/presa.
4. Sincronización con la fenología del hospedero/presa y capacidad de sobrevivir períodos en los que éste se encuentra ausente.
5. Capaz de modificar su acción en función de su propia densidad y la del hospedero/presa, es decir ser densodependiente.

La capacidad de búsqueda ha sido señalada como el atributo individual más importante, debido a que esta habilidad permite que el enemigo natural sea capaz de sobrevivir incluso a bajas densidades de su hospedero/presa. Sin embargo, un enemigo natural no tendría una capacidad de búsqueda sobresaliente si no posee varias de las características mencionadas. Por lo tanto, el enemigo natural ideal debe poseer una buena combinación del mayor número de atributos posibles.

Interacciones multitróficas

La interacción entre planta, plaga y enemigo natural en el sistema agrícola representa cierto grado de estabilidad poblacional por lo que el conocimiento de las características y la dinámica de cada nivel aporta información relevante al nivel siguiente y finalmente, a las estrategias de manejo de la plaga.

El estudio de dichas interacciones ofrece también la oportunidad de establecer los efectos de un componente dietario sobre la condición del hospedero y su influencia en el fitness del enemigo natural.

Se entiende por fitness la aptitud de un organismo para transmitir su información genética a las siguientes generaciones. Por ejemplo, un animal que tiene una cría tendrá (probablemente) un fitness menor que otro que tenga 10 crías. De igual manera, un animal que tiene 10 crías, de las cuales sólo tres sobreviven para reproducirse, tendrá un menor fitness que uno que tiene siete crías, todos los cuales alcanzan la edad reproductiva. En otras palabras, el fitness es la cantidad de descendencia que un individuo deja para las siguientes generaciones. Algunos componentes del fitness como longevidad, fe-

cundidad y proporción de sexos resultan útiles aplicados a programas de Control Biológico de plagas.

El fitness de un individuo está estrechamente asociado con la condición de su hospedero o presa (Urrutia et al 2007; Thompson 1999), en cambio, la condición del hospedero es dependiente de la cantidad y calidad del alimento que tenga disponible (Godfray 1993), por ejemplo, la longevidad y fecundidad están positivamente correlacionadas con la calidad de la planta hospedera.

El polen es consumido por distintas especies de insectos depredadores (Irvin et al. 1999), parasitoides (Zhang et al. 2004), polinizadores (Pontin et al. 2006) y herbívoros (Jones et al. 1993), siendo rico en proteínas (Thompson 1999) que aporta al desarrollo reproductivo (Annis y O'Keeffe 1984; Jones et al. 1993), sin embargo, es sorprendente la escasa literatura que existe sobre las consecuencias ecológicas de su consumo por parte de depredadores que participan en programas de control biológico (Evans y Barratt 1995), contando con abundantes registros para otros grupos de insectos como por ejemplo sírfidos (Wratten et al 1995; Irvin et al 1999; Pontin et al. 2006).

De la misma forma, el néctar de las plantas es utilizado como sustrato alimenticio por parasitoides adultos, cuyo estado nutricional puede influir sobre el éxito de programas de control biológico. Una limitación nutricional afecta la capacidad de localización del enemigo natural como así también su longevidad y capacidad de dispersión. La hipótesis de provisión de néctar en parasitoides (*Parasitoids Nectar Provision Hypothesis*, PNPH) propone un mejoramiento del control biológico mediante la utilización de néctar como alimento para los himenópteros adultos. La influencia de la disponibilidad de azúcar (como componente del néctar floral en el campo) tiene un efecto directo sobre la longevidad del parasitoide, estudiada mediante curvas de supervivencia (ver Capítulo 4: *Control biológico*).

Muchos himenópteros se alimentan principalmente del néctar de especies de plantas pertenecientes a la familia Apiaceae y Brassicaceae, otorgando un alto grado de importancia a la flora acompañante en la alimentación de los enemigos naturales, la que se traduce en un importante factor en el establecimiento de parasitoides introducidos (Ide y Lanfranco 2001) y de efecto en su longevidad y fecundidad (Leius 1960, 1961a, 1961b, 1963, 1967) (ver Capítulo 6: *Manejo del hábitat*).

El bajo impacto de los parasitoides en los niveles poblacionales de plagas se explica por la escasa o inexistente presencia de flores (Syme 1966, 1975, 1977), en casos que se trate de especies proovigénicas, las que no requieren de fuente de alimento para la maduración de los huevos, sin embargo, el suministro de alimento le resulta necesario para aumentar su longevidad. Los indicado-

res del fitness de parasitoides asociados a alimentación y frecuentemente utilizados en literatura son:

1. Tiempo de desarrollo del parasitoide.
2. El número de emergencias exitosas.
3. Longitud de la tibia en adultos.
4. Patrón de maduración de huevos: especies sin-ovigénicas y proovigénicas.

Este patrón de maduración de los huevos durante la vida de un parasitoide afecta la manera potencial en que el parasitoide puede ser usado en control biológico, ya que las especies proovigénicas emergen con el suministro de huevos para toda su vida permitiendo un ataque rápido de muchos hospederos (Gurr *et al.*, 2004).

Por el contrario, los huevos de las especies sinovigénicas se desarrollan gradualmente durante la vida de la hembra requiriendo proteína para la maduración de sus huevos por lo que algunas especies se alimentan de néctar, mielecilla o bien consumen la hemolinfa del hospedero obtenida al pinchar el integumento con el ovipositor y consumiendo la hemolinfa conforme sale de la herida (*host feeding*), comportamiento presente en muchos parasitoides himenópteros (ejemplo, *Aphytis diaspidis* sobre la escama blanca del palto), y que causa una mortalidad de la plaga casi tan elevada como la propia actividad de parasitismo (Van Driesche 2007).

La interacciones tróficas se ven afectadas por la presencia de metabolitos secundarios que actúan como mecanismos de “defensa indirecta” de las plantas hacia los

herbívoros (semioquímicos). Ante agresiones mecánicas provocadas por éstos, son liberados compuestos vegetales volátiles que actúan como atractivo para los enemigos naturales (Tentelier y Fauvergue 2007). Dichos compuestos junto a la distribución agregada de las plagas en el huerto, concentran aún más la atracción química de los reguladores biológicos (Colazza *et al.* 2003), potenciando el rol fundamental de esta asociación como sistema de defensa natural de la planta. Este mecanismo ha sido citado en más de 15 especies pertenecientes a las familias de las Fabáceas, Brasicáceas, Cucurbitáceas, Rosáceas, Malváceas y Poáceas (Dicke *et al.* 1990).

Las diferencias en la naturaleza química, concentración e intensidad de dichos volátiles, proporciona la información necesaria para que el enemigo natural diferencie los volátiles asociados a su presa, de los demás compuestos emitidos por las plantas (De Moraes *et al.* 1998). Además, durante la oviposición de los herbívoros se producen liberaciones de sustancias atractivas a parasitoides y depredadores. Colazza *et al.* (2003) determinaron que la alimentación y oviposición del chinche verde *Nezara viridula* induce la emisión de volátiles que atraen al parasitoide de huevos *Trissolcus basalís*, por un efecto sinérgico de los volátiles emitidos por las hojas dañadas y de aquellas expuestas a la ovipostura.

La presencia de compuestos químicos volátiles favorece las interacciones entre distintos niveles tróficos a través del aumento de la eficiencia de los enemigos naturales y por lo tanto del control biológico de plagas, pudiendo integrar esta información con otras estrategias de manejo tendiente a una producción sustentable.

