

Artículo Científico

Parámetros biológicos de *Olla timberlakei* Vandenberg (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada con dietas artificiales

Biological parameters of *Olla timberlakei* Vandenberg (Coleoptera: Coccinellidae) feed with artificial diets

Yuberly Bastidas¹, Neicy Valera¹, Yohan Solano Rojas² y Carlos Vásquez³

¹Departamento de Ciencias Biológicas. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. E-mail: yuberlybv@gmail.com / nvalerae@yahoo.com

²Departamento de Ecología y Control de Calidad. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. E-mail: yohansolano@gmail.com

³Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. E-mail: ca.vasquez@uta.edu.ec

ZooBank: urn:lsid:zoobank.org:pub: 6EB94216-38DF-41F4-B555-3D930A750EAA
<https://doi.org/10.35249/rche.45.4.19.15>

Resumen. Se evaluaron parámetros biológicos de *Olla timberlakei* Vandenberg sobre dietas artificiales. Para ello, se recolectaron adultos y estados inmaduros del coccinérido sobre *Leucaena leucocephala* (Lam.), y se trasladaron al laboratorio para ser criados y alimentados con *Aphis craccivora* Koch, en condiciones de 25 ± 2 °C, $72 \pm 10\%$ HR y 12:12 hrs (día: noche) de fotoperíodo. Los huevos, larvas y adultos de la generación F1 se emplearon en los ensayos biológicos sobre las dietas: D1 (hígado de res, polen comercial, miel y sol. vitaminas), D2 (levadura de cerveza, miel, sol. vitaminas y agua destilada), D3 (germen de trigo, hígado de res, levadura de cerveza, sacarosa, sal, sol. vitaminas y agua destilada), D4 (gatarina, germen de trigo, leche en polvo, miel, ácido propiónico y agua destilada) y D5 (hígado de res, germen de trigo, miel, maicena, agar, sol. vitaminas y agua destilada). Se utilizó como control, la alimentación con *A. craccivora*, y el diseño experimental fue completamente aleatorio. El ciclo de *O. timberlakei* sólo se completó cuando se alimentó de *A. craccivora* ($13,10 \pm 0,33$ días) y la dieta D1 ($20,0 \pm 0,56$ días), en cuyos casos, la longevidad de las hembras y la preoviposición no presentaron variaciones significativas ($P \leq 0,01$). La oviposición diaria y fecundidad semanal fueron estadísticamente mayores sobre *A. craccivora* ($10,1 \pm 0,39$ huevos/hembra/día y $74,4 \pm 2,76$ huevos/semana) que sobre D1 ($6,0 \pm 0,63$ huevos/hembra/día y $45,0 \pm 4,36$ huevos/semana) ($P \leq 0,05$). Por otra parte, la viabilidad de los huevos fue mayor en D1 ($91,8 \pm 1,56\%$) que en *A. craccivora* ($83,6 \pm 0,99\%$). La dieta D1 permitió un óptimo desarrollo del depredador, por lo que puede ser utilizada dentro de programas de control biológico.

Palabras clave: Ciclo de vida, coccinéridos, depredadores.

Abstract. The biological parameters of *Olla timberlakei* Vandenberg were evaluated on artificial diets. For this, adults and immature stages of the coccinellid were collected on *Leucaena leucocephala* (Lam.), and were moved to the laboratory for breeding on *Aphis craccivora* Koch, to 25 ± 2 °C, $72 \pm 10\%$ RH y 12:12 h (light: dark) of photoperiod. Eggs, larvae and adults of F1 generation was used for biological experiments on diets: D1 (beef liver, commercial pollen, honey and vitamin solution), D2 (beer yeast, honey, vitamin solution and distilled water), D3 (wheat germ, beef liver, beer yeast, saccharose, salt, vitamin solution and distilled water), D4 (cat food, wheat germ, milk powder, honey, propionic acid

Recibido 30 Septiembre 2019 / Aceptado 6 Noviembre 2019 / Publicado online 20 Noviembre 2019
Editor Responsable: José Mondaca E.

and distilled water) and D5 (beef liver, wheat germ, honey, cornstarch, agar, vitamin solution and distilled water). Feeding with *A. craccivora* Koch was used as a control, in a completely random design. The cycle of *O. timberlakei* was completed only when it ate of *A. craccivora* (13.10 ± 0.33 days) and D1 diet (20.0 ± 0.56 days), in whose cases, female longevity and pre-oviposition did not show significant variations ($P \leq 0.01$). Diary oviposition and weekly fecundity were statistically higher on *A. craccivora* (10.1 ± 0.39 eggs/female/day and 74.4 ± 2.76 eggs/week) than on D1 (6.0 ± 0.63 eggs/female/day and 45.0 ± 4.36 eggs/week) ($P \leq 0.05$). Contrary, viability of the eggs was higher on D1 ($91.8 \pm 1.56\%$) than on *A. craccivora* ($83.6 \pm 0.99\%$). D1 diet allowed an optimal development of the predator, so it can be used within biological control programs.

Key words: Biological cycle, coccinellids, predators.

Introducción

Los coccinélidos son importantes aliados para el control biológico de plagas debido a su capacidad depredadora y habilidad para buscar presas tales como ácaros, áfidos, aleyródidos, cochinillas y trips, así como también huevos y larvas de lepidópteros y coleópteros en diversos cultivos agrícolas (Vandenberg 1992; Sarwar 2016). Es por ello, que algunas especies de la familia Coccinellidae como *Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850), *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant, 1853), *Eriopis connexa* (Germar, 1824) y *Coccinella septempunctata* (L., 1758) entre otras, son criadas bajo condiciones de laboratorio y liberadas en forma aumentativa para regular las poblaciones de insectos fitófagos (Silva *et al.* 2009; Sarwar y Saqib 2010; Kairo *et al.* 2013; Sun *et al.* 2017).

Los métodos tradicionales de cría masiva de coccinélidos depredadores se basan en el uso de sus presas y plantas hospederas, lo que conforma un sistema costoso y complejo al mantener, simultáneamente, ambas poblaciones, lo cual implica mayor cantidad de materiales, espacio y tiempo de trabajo en laboratorio (Hodek y Honek 1996; Grenier 2009). Una de las estrategias para acortar el sistema trófico de crianza de insectos depredadores, es la utilización de dietas artificiales que permitan prescindir del mantenimiento de la planta hospedera y presas vivas, lo cual significa una ventaja en términos de reducción de costos y manipulación en laboratorio (Grenier 2009, 2012; Ali *et al.* 2016).

El uso de dietas artificiales conlleva una cuidadosa selección de los materiales que se usan en su elaboración, ya que éstos deben proveer un balance adecuado de los nutrimentos esenciales que permitan el crecimiento, desarrollo y reproducción de los coccinélidos depredadores, especialmente cuando existen diferentes requerimientos nutricionales que varían de acuerdo al estado fisiológico del depredador (Grenier 2012; Sun *et al.* 2017). De manera general, las dietas están conformadas por proteínas animales (hígado de res o cerdo) y varios ingredientes complementarios entre los que destacan: el agar, agua, alimento para mascotas, germen de trigo, levadura, miel y vitaminas (Hodek y Honek 1996; Sun *et al.* 2017).

Aunque el uso de las dietas artificiales ofrece ventajas operativas para la cría masiva de depredadores, su utilización puede influir negativamente en los insectos, afectando el desarrollo larval o la producción de huevos, tal es el caso de *E. connexa*, *Propylea japonica* (Thunberg, 1781) y *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Silva *et al.* 2009; Sighinolfi *et al.* 2013; Ali *et al.* 2016). No obstante, Grenier (2009) y Sun *et al.* (2017), indicaron que tales efectos pueden evitarse con la incorporación de restos de insectos a las dietas artificiales; mientras que Lundgren (2009) y Sarwar (2016) señalaron que las dietas que contienen polen y néctar son más funcionales nutricionalmente, ya que estos alimentos son consumidos por los coccinélidos en condiciones naturales cuando la presa está ausente o escasa, y por lo tanto, constituyen fuente de azúcares, lípidos, proteínas, aminoácidos y vitaminas (Sayed y El-Arnaouty 2013; Sun *et al.* 2017).

La especie *Olla timberlakei* (Vandenberg, 1992), es un coccinélido con hábitos depredadores que se alimenta de psílidos que se encuentran en arbustos y árboles (Vandenberg 1992). Estudios conducidos por Solano *et al.* (2010, 2018), indican que este depredador puede alimentarse naturalmente de ninfas de *Platycorypha* sp. (Hemiptera: Psyllidae) sobre árboles de roble *Platymiscium diadelphum* S.F. (Blake, 1924), y artificialmente de ninfas de *Aphis craccivora* (Koch, 1854), criadas sobre plantas de frijol bayo *Vigna unguiculata* (L., 1753). Con base en estos argumentos, esta investigación tuvo como objetivo evaluar los parámetros biológicos de la especie *O. timberlakei* alimentada con dietas artificiales, para conocer sus potencialidades de cría bajo condiciones de laboratorio.

Materiales y Métodos

Obtención y mantenimiento de *O. timberlakei*. Los adultos del depredador fueron recolectados sobre plantas de *Leucaena leucocephala* (Lam., 1961) localizadas en Cabudare, municipio Palavecino, Lara – Venezuela. Para ello, los insectos se transfirieron manualmente a tubos de vidrio de 20 ml, mientras que las hojas y ramas de *L. leucocephala* con los estados inmaduros del depredador, fueron podadas y colocadas en bolsas plásticas de cierre hermético, recubiertas internamente con papel absorbente y externamente etiquetadas con el lugar de recolección, fecha, datos geográficos y nombre del recolector. Las muestras se trasladaron al laboratorio de la Unidad de Investigación de Entomología y Zoología en el Departamento de Ciencias Biológicas – Decanato de Agronomía, de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), en donde se mantuvieron en salas de cría a 25 ± 2 °C, $72 \pm 10\%$ HR y 12:12 h (día: noche) de fotoperíodo.

En laboratorio, los adultos fueron transferidos a frascos de vidrio (3,8 l), tapados con tela organdí para permitir el intercambio gaseoso y evitar el escape de los insectos. Diariamente fueron alimentados suministrando hojas de frijol infestadas con ninfas de *A. craccivora*, hasta obtener masas de huevos del depredador, las cuales fueron colocadas en cápsulas de Petri plásticas (9 cm de diámetro), con tapa perforada cubierta con tela organdí y en el fondo un papel de filtro. Los huevos se observaron diariamente hasta la emergencia de larvas, las cuales fueron alimentadas *ad libitum* con ninfas de *A. craccivora*.

Obtención y mantenimiento de *A. craccivora*. El áfido negro del matarratón se obtuvo de una colonia criada en el laboratorio bajo las condiciones previamente descritas, y mantenida sobre plantas de frijol bayo de acuerdo a la metodología propuesta por Arcaya (2000). Cuando las plantas desarrollaron las primeras 2 hojas, se infestaron con 4-6 áfidos adultos (coloración negro brillante, abdomen voluminoso) con un pincel de cerdas finas N° 00.

Preparación de las dietas artificiales. Las dietas artificiales se constituyeron con los tratamientos evaluados, y éstas fueron preparadas de acuerdo a las especificaciones de la Tabla 1.

Tabla 1. Dietas artificiales.

Dieta	Ingredientes*	Preparación**
1	Hígado de res (9,70 g) + polen comercial (1 g) + miel (1,15 ml) + sol. vitaminas (1,15 ml).	El hígado de res y el polen se trituraron en un mortero, y luego fueron mezclados con la solución vitamínica y la miel, hasta lograr una composición homogénea y de consistencia pastosa.

2	Levadura de cerveza (9 g) + miel (1 ml) + sol. vitaminas (2 ml) + agua destilada (50 ml).	Los ingredientes se mezclaron en un mortero, y posteriormente la mezcla fue calentada en baño de María hasta homogenizarla y lograr una consistencia pastosa.
3	Germen de trigo (30 g) + hígado de res (5 g) + levadura de cerveza (5 g) + sacarosa (3 ml) + sal (0,5 g) + sol. vitaminas (1 ml) + agua destilada (100 ml).	El germen de trigo y el hígado de res fueron triturados en un mortero, luego se adicionó la solución vitamínica. Seguidamente, en un Beaker de 100 ml se mezcló la sacarosa y la sal en agua caliente para disolverlos, y luego se agregó la levadura de cerveza. Posteriormente, todos los ingredientes fueron mezclados hasta obtener una masa grumosa.
4	Gatarina (10 g) + germen de trigo (5 g) + leche en polvo (5 g) + miel (2,5 ml) + ácido propiónico (1 ml) + agua destilada (50 ml).	La gatarina y el germen de trigo se trituraron en un mortero, luego se adicionó el resto de los ingredientes para obtener una mezcla homogénea y pastosa.
5	Hígado de res (10 g) + germen de trigo (10 g) + miel (10 ml) + maicena (5 g) + agar (3 g) + sol. vitaminas (1 ml) + agua destilada (50 ml).	El hígado de res se trituró en un mortero, luego se agregó el germen de trigo, la maicena, la miel y la solución de vitaminas. Seguidamente, el agar fue activado en agua caliente y luego se mezcló con el resto de los ingredientes para obtener una composición homogénea y pastosa.

*Los ingredientes fueron pesados con una balanza OKAUS: Scout Pro 2000 gramos.

**Los instrumentos usados para la elaboración de las dietas fueron desinfectados con alcohol absoluto.

Determinación de parámetros biológicos de *O. timberlakei*

Ciclo de vida. Las masas de huevos del depredador obtenidas de la cría general, fueron separadas de los adultos y colocadas en cápsulas de Petri, similares a las anteriormente descritas. En total se utilizaron 20 masas de huevos (una por cada cápsula), y se observaron cada 12 hrs, para registrar el período de incubación. Una vez emergidas las larvas, se seleccionaron aleatoriamente 20 neonatas por tratamiento (dietas). Estas larvas fueron individualizadas en envases similares a los previamente descritos, y alimentadas con dietas artificiales ofrecidas en pequeñas porciones sobre el envés de una hoja de frijol bayo, colocada en el fondo de la cápsula. El alimento de las larvas fue ofrecido *ad libitum* y reemplazado diariamente. El testigo consistió en la alimentación de las larvas y adultos del depredador con ninfas de *A. craccivora*.

Se realizaron observaciones diarias para determinar el número y la duración de cada instar larval. El cambio de instar larval fue registrado por medio del número de exuvias observadas, mientras que la fase de pupa se registró diariamente hasta la emergencia de los adultos. Adicionalmente, se registró el porcentaje de sobrevivencia de los estadios de desarrollo del depredador.

Determinación de la proporción sexual y longevidad de las hembras. Los adultos recién emergidos (0–24 hrs de edad) obtenidos del ciclo de vida (20 adultos/tratamiento (dieta)), fueron individualizados en cápsulas de Petri plásticas (9 cm de diámetro), las cuales fueron rotuladas con la fecha de emergencia correspondiente y se alimentaron *ad libitum* diariamente hasta su muerte natural. Debido a que ambos sexos del depredador tienen un patrón de coloración de élitros y una estructura general muy similar, se realizó la disección de los genitales de los adultos muertos con la finalidad de determinar el sexo de cada individuo. La proporción sexual fue expresada en relación macho:hembra. Mientras que para la longevidad se registró el número de días que permanecieron vivas las hembras, hasta la muerte o deceso de cada una de ellas.

Preoviposición y oviposición. Debido a la similitud externa entre machos y hembras de *O. timberlakei*, se conformaron 80 parejas de adultos, cada una de las cuales se colocó en cápsulas de Petri acondicionadas como se describió previamente. Las parejas fueron observadas cada 12 hrs, hasta que las hembras comenzaron a ovipositar (48-72 hrs). Posteriormente, los machos se aislaron en nuevas cápsulas, con la finalidad de monitorear únicamente a la hembra durante el período de oviposición. Se seleccionaron al azar 20 hembras, las cuales se alimentaron diariamente *ad libitum* de acuerdo a lo previsto en los tratamientos. Se registró el período de pre-oviposición (en días), la oviposición (huevos/hembra/día) y la fecundidad (huevos/hembra/semana). Adicionalmente, se estimó la viabilidad de los huevos de acuerdo al porcentaje de huevos eclosionados.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y pruebas de medias con el paquete estadístico Statistix Versión 8.0. Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 20 repeticiones. Cada dieta representó un tratamiento, mientras que el testigo estuvo constituido por la alimentación del depredador con *A. craccivora*. Se realizaron análisis de varianza y se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0,01$) y ($P \leq 0,05$), para la comparación de los valores promedios de los parámetros biológicos.

Resultados y Discusión

Ciclo de vida de *O. timberlakei*. La duración promedio del ciclo biológico del depredador alimentando con *A. craccivora* fue de $13,1 \pm 0,33$ días, mientras que con la dieta D1 se registraron $20,0 \pm 0,56$ días, cuyos valores fueron estadísticamente diferentes ($F = 414$; $g.l. = 1$; $P = 0,0058$) (Tabla 2). La dieta D2 permitió que *O. timberlakei* sobreviviera hasta el tercer instar larval, mientras que las dietas D3, D4 y D5 sólo permitieron el desarrollo del primer instar (Tabla 3). El tiempo de incubación de los huevos no fue afectado por la dieta utilizada, sin embargo, se observaron diferencias significativas en la coloración, al presentar un tono más intenso en aquellos ovipositados por hembras alimentadas con *A. craccivora* mientras que cuando consumieron la dieta artificial, los huevos fueron de color más claro. La proporción sexual que se registró para *O. timberlakei* fue de 1:1 y 1:1,2 (m:h) sobre *A. craccivora* y D1, respectivamente.

Tabla 2. Ciclo de vida (días) de *O. timberlakei* alimentada con *A. craccivora* y la dieta D1. N = 20

Estado de desarrollo	<i>A. craccivora</i> *	Dieta D1*
Huevo	2,0 ± 0,0 a	2,0 ± 0,0 a
1 ^{er} Instar	1,7 ± 0,05 b	4,3 ± 0,08 a
2 ^{do} Instar	1,2 ± 0,04 b	2,4 ± 0,06 a
3 ^{er} Instar	1,3 ± 0,04 b	2,6 ± 0,06 a
4 ^{to} Instar	3,5 ± 0,12 b	4,6 ± 0,20 a
Período larval	7,5 ± 0,28 b	13,9 ± 0,48 a
Pupa	3,6 ± 0,11 b	4,1 ± 0,18 a
Huevo - adulto	13,1 ± 0,33 b	20,0 ± 0,56 a

*Promedio ± DE

Valores de una misma fila seguidos de la misma letra, no mostraron diferencias significativas según prueba de Tukey ($P \leq 0,01$).

Estos resultados indican que tanto *A. craccivora* como la dieta D1, pueden ser consideradas dentro de sistemas de cría masiva de *O. timberlakei*. Sin embargo, la dieta D1 ofrece ventajas económicas y operativas, ya que es un alimento que puede prepararse. Diversos autores mencionaron que la presencia de polen constituye un complemento ideal para la alimentación de los coccinélidos depredadores, debido a que contiene aminoácidos, proteínas, lípidos y carbohidratos (Lundgren 2009; Sarwar 2016; Sun *et al.* 2017). En este sentido, puede aseverarse que la dieta artificial D1 (con polen), permitió el aporte nutricional necesario para que *O. timberlakei* completara su ciclo de vida, lo cual no se logró con las dietas D2, D3, D4 y D5.

Resultados similares fueron registrados por Silva *et al.* (2010) para *Coleomegilla maculata* (De Geer, 1775) alimentado con una dieta compuesta por huevos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) y miel, levadura de cerveza, ácido ascórbico, propiónico y sórbico, Nipagim y agua, con una duración de $16,0 \pm 0,4$ días. Mientras que, Sayed y El-Arnaouty (2013), reportaron una duración de $12,4 \pm 0,14$ días para *H. axyridis* alimentada con huevos de *E. kuehniella* y $18,7 \pm 0,25$ días con polen de abeja pulverizado con huevos de *E. kuehniella*. Por su parte, Ali *et al.* (2016) indicaron que el uso del áfido *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776) y de dietas a base de camarones, carne e hígado de res y yema de huevo, permitieron el desarrollo de *P. japonica* y *H. axyridis*, cuyos tiempos fueron siempre más cortos sobre el áfido. Es importante mencionar que las dietas elaboradas por estos investigadores contenían restos de insectos, con lo cual su aporte nutricional se incrementó de acuerdo a lo señalado por Grenier (2009) y Sun *et al.* (2017).

En relación a la sobrevivencia, *O. timberlakei* logró mayores valores en larva, pupa y adulto cuando se alimentó sobre *A. craccivora*, que cuando lo hizo sobre la dieta D1 (Tabla 3).

Tabla 3. Supervivencia (%) de los diferentes estadios de desarrollo de *O. timberlakei* alimentado con *A. craccivora* y dietas artificiales.

Estado de desarrollo	<i>A. craccivora</i>	D1	D2	D3	D4	D5
1er Instar	100 ± 0,0 a	65 ± 3,0 b	35 ± 8,2 c	15 ± 2,7 d	30 ± 2,0 c	60 ± 7,6 b
2do Instar	100 ± 0,0 a	76,9 ± 4,1 c	85,9 ± 5,4 b	--	--	--
3er Instar	100 ± 0,0 a	100 ± 0,0 a	16,7 ± 3,2 b	--	--	--
4to Instar	100 ± 0,0 a	90 ± 3,6 b	--	--	--	--
Pupa	100 ± 0,0 a	88,9 ± 4,8 b	--	--	--	--
Adulto	100 ± 0,0 a	100 ± 0,0 a	--	--	--	--

*Promedio ± DE

Valores de una misma fila seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Respecto al resto de las dietas, el depredador alcanzó valores bajos de supervivencia en el primer instar y logró llegar hasta el tercer instar solo con la dieta D2, ya que sobre D3, D4 y D5 no prosiguió con su desarrollo. Al respecto, Silva *et al.* (2010) señalaron altos porcentajes sobre larvas, pre pupas y pupas de *C. maculata* cuando consumió huevos de *E. kuehniella* junto con la dieta mencionada previamente. Por su parte, Sighinolfi *et al.* (2013) indicaron que *H. axyridis* mostró una tasa de supervivencia de adultos menor (31,7%) cuando las larvas se alimentaron de la dieta compuesta por hígado de cerdo, azúcar, aceite de oliva y de linaza, sacarosa, extracto de levadura, entre otros ingredientes, mientras que cuando consumieron huevos de *E. kuehniella* el porcentaje de supervivencia fue mayor (86,0%).

Preoviposición y oviposición de *O. timberlakei*. La preoviposición y la longevidad de la hembra de *O. timberlakei* no estuvo afectada por el áfido y la dieta D1 (Tabla 4). Por su parte, la oviposición fue significativamente diferente ($F= 81,7$; $g.l.= 1$; $P= 0,02$), siendo mayor cuando el depredador se alimentó sobre *A. craccivora* ($10,1 \pm 0,39$ huevos/hembra/día) que cuando lo hizo con la dieta D1 ($6,0 \pm 0,63$ huevos/hembra/día).

Tabla 4. Parámetros reproductivos y longevidad de *O. timberlakei* alimentado con *A. craccivora* y la dieta D1. N = 20

Parámetro	<i>A. craccivora</i>	Dieta D1
Preoviposición (días)	2,6 ± 0,14 a	3,0 ± 0,22 a
Oviposición (huevos/hembra/día)	10,1 ± 0,39 a	6,0 ± 0,63 b
Viabilidad de huevos (%)	83,7 ± 0,98 b	91,8 ± 1,56 a
Fecundidad (huevos/hembra/semana)	74,4 ± 2,76 a	45,0 ± 4,36 b
Longevidad de hembras (días)	70,2 ± 0,69 a	68,5 ± 1,10 a

*Promedio ± DE

Valores de una misma fila seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Un comportamiento similar se observó para la fecundidad, la cual fue significativamente mayor con *A. craccivora* ($F=133$; $g.l.=1$; $P=0,02$) (Tabla 4). Por el contrario, la viabilidad de los huevos fue mayor cuando las hembras se alimentaron con la D1 que cuando consumieron *A. craccivora* ($F=11,5$; $g.l.=1$; $P=0,0016$) (Tabla 4). Datos similares fueron registrados por Sayed y El-Arnaouty (2013), quienes encontraron mayor fecundidad de *H. axyridis* alimentadas con huevos de *E. kuehniella*, que cuando consumió polen de abeja pulverizado con huevos de *E. kuehniella*; no obstante, estos investigadores reportaron que éstos huevos tuvieron una viabilidad estadísticamente igual, lo cual difiere con los resultados obtenidos en este estudio. Sighinolfi *et al.* (2013) señalaron diferencias entre los periodos de preoviposición y longevidad de las hembras de *H. axyridis*, las cuales fueron siempre mayores sobre la dieta artificial que sobre los huevos de *E. kuehniella*, mientras que la oviposición y la viabilidad de los huevos fue menor, respectivamente. Ali *et al.* (2016) señalaron que *P. japonica* y *H. axyridis* no pusieron huevos cuando se alimentaron de las dietas artificiales.

De forma general, las ninfas de *A. craccivora* y la dieta D1 demostraron ser óptimas para el desarrollo de *O. timberlakei*, por lo que pueden ser usadas para la cría de este depredador dentro de los programas de control biológico. Particularmente, la dieta D1 funcionaría como un complemento alimenticio durante la ausencia o escases de la presa, toda vez que se pudo comprobar que los estados de desarrollo del depredador mostraron tasas de supervivencia superiores al 60% y la viabilidad de los huevos fue mayor a la del control.

Literatura Citada

- Ali, I., Zhang, S., Luo, J.Y., Wang, C.Y., Lv, L.M. y Cui, J.J. (2016) Artificial diet development and its effect on the reproductive performances of *Propylea japonica* and *Harmonia axyridis*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 19: 289-293. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aspen.2016.03.005>
- Arcaya, E. (2000) Identificación de Syrphidae asociados a cultivos de importancia agrícola y biología de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius). Trabajo de grado. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, Venezuela. 41 p.
- Grenier, S. (2012) Artificial rearing of entomophagous insects, with emphasis on nutrition and parasitoids – general outlines from personal experience. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 2(2): 1-12.
- Hodek, I. y Honek, A. (1996) Ecology of Coccinellidae. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Kairo, M.T.K., Paraiso, O., Gautam, R.D. y Peterking, D.D. (2013) *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. *CAB Review*, 8: 1-20.
- Lundgren, J.G. (2009) Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. *Biological Control*, 51: 294-305.
- Sarwar, M. (2016) Food habits or preferences and protecting or encouraging of native ladybugs (Coleoptera: Coccinellidae). *International Journal of Zoology Studies*, 1(3): 13-18.
- Sarwar, M. y Saqib, S.M. (2010) Rearing of predatory seven spotted ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) on natural and artificial diets under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Zoology*, 42(1): 47-51.
- Sayed, S.M. y El-Arnaouty, S.A. (2013) Pollen grains as an additional food for Asian lady beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *Life Science Journal*, 10(3): 1755-1759.
- Sighinolfi, L., Febvay, G., Dindo, M.L., Rey, M., Pageaux, J.F. y Grenier, S. (2013) Biochemical content in fatty acids and biological parameters of *Harmonia axyridis* reared on artificial diet. *Bulletin of Insectology*, 66(2): 283-290.

- Silva, R.B., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E., Lima, E.R., Figueiredo, M.L.C. y Cruz, I. (2009)** Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. *Phytoparasitica*, 37: 115-123.
- Silva, R.B., Cruz, I., Corrêa, M.L. y Souza, W. (2010)** Development of *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae) with prey and artificial diet. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 9(1): 13-26.
- Solano, Y., Valera, N. y Vásquez, C. (2010)** Aspectos biológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentándose sobre *Aphis craccivora* (Koch) (Hemiptera: Aphididae). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 44(2): 251-260.
- Solano, Y., Morales, J. y Arcaya, E. (2018)** Estudios biológicos de *Olla timberlakei* Vandenberg, 1992 (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado con *Platycorypha* sp. (Hemiptera: Psyllidae). *Anales de Biología*, 40: 121-127. <http://dx.doi.org/10.6018/analesbio.40.14>
- Sun, Y.X., Hao, Y.N., Riddick, E.W. y Liu, T.X. (2017)** Factitious prey and artificial diets for predatory lady beetles: current situation, obstacle, and approaches for improvement: a review. *Biocontrol Science and Technology*, 27: 601-619. <http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2017.1324112>
- Vandenberg, N. (1992)** Review of the New World lady beetles of the genus *Olla* and description of a new allied genus (Coleoptera: Coccinellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 85(4): 370-392.