

Influencia del color y altura de platos-trampa en la captura de braconidos (Hymenoptera: Braconidae)

Influence of color and height of pan traps to capture braconids (Hymenoptera: Braconidae)

LAURA VERÓNICA MENA-MOCIÑO¹, SAMUEL PINEDA-GUILLERMO¹, ANA MABEL MARTÍNEZ-CASTILLO¹, BENJAMÍN GÓMEZ-RAMOS², PHILIPPE CHRISTIAN LOBIT¹, JAVIER PONCE-SAAVEDRA³ y JOSÉ ISAAC FIGUEROA-DE LA ROSA^{1,4}

Resumen: El objetivo del estudio fue determinar la efectividad de captura de braconidos (Hymenoptera: Braconidae) con platos-trampa de color (amarillo, azul, crema y verde), a dos alturas (0 y 90 cm) durante cuatro semanas en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (Morelia, Michoacán, México). La reflectancia de cada color se midió con un espectrofotómetro analítico de campo. Se capturaron 104 especímenes pertenecientes a 14 subfamilias y 28 géneros. Los platos-trampa de color amarillo y verde capturaron la mayor cantidad de especímenes y la mayor diversidad de géneros. La similitud estimada con el índice de Bray-Curtis entre ambos colores fue de 56,5 %. Los platos-trampa amarillos instalados a nivel del suelo superaron significativamente la captura de los platos verdes en una semana. El nivel de reflectancia que tienen los platos-trampa verdes y amarillos es muy similar en los intervalos de 360 a 530 nm, lo que posiblemente indique que éste sea el intervalo de longitud de onda en que los braconidos son atraídos por estos colores.

Palabras clave: Avispas. Reflectancia. Diversidad. Eficiencia de captura.

Abstract: The aim of this study was to determine the effectiveness of capturing braconids (Hymenoptera: Braconidae) on yellow, blue, cream, and green pan traps at two heights (0 and 90 cm) for a period of four weeks in the Natural Protected Area “Cerro Punhuato”, (Morelia, Michoacan, Mexico). The reflectance of each color was measured with a field analytical spectrophotometer. One hundred four (104) specimens, belonging to 14 subfamilies and 28 genera, were collected. Yellow and green pan traps caught the largest number of specimens and the greatest diversity of genera, showing 56.5 % similarity, as estimated with the Bray-Curtis index. Yellow pan traps installed at ground level exceeded the capture in green pan traps. The level of reflectance of the green and yellow pan traps was in the range from 360 to 530 nm, possibly indicating that this is the wavelength range in which braconids are attracted to both colors.

Key words: Wasps. Reflectance. Diversity. Capture effectiveness.

Introducción

En entomología se ha extendido el uso de trampas pasivas y activas para recolectar insectos de interés económico o científico. Las trampas pasivas, referidas a las trampas Malaise y de caída “pitfall”, capturan insectos al azar, mientras que las trampas activas como las de colores, luz y cebadas lo hacen más selectivamente con el uso de atrayentes específicos tales como olor, color y formas de diseño (Mazón y Bordera 2008). En el diseño de las trampas existen formas variadas que dependen del tipo de insecto que se desea capturar así como de la finalidad del sistema de trapeo. Por ello, se han usado, como trampas, artefactos de plástico de diversos diseños (tipo delta, cilíndricas, planas, de fondo invaginado y tipo cono) (Barrera *et al.* 2006). Estas trampas son más atractivas cuando se combinan con diferentes colores debido a que los insectos tienen la capacidad de detectar diferentes longitudes de onda de luz (Li *et al.* 2012). Hoback *et al.* (1999) publicaron una lista de 67 familias de insectos que

mostraron preferencia por determinados colores de trampas. Sin embargo, Prokopy y Owens (1983) mencionaron que la mayoría de los insectos tienen preferencia por el amarillo. De esta manera, los recipientes con fondo invaginado de color amarillo, considerados comúnmente como platos-trampa, son un método efectivo y económico para estudiar a los insectos en sus ambientes naturales (Dirrigl 2012), debido a que atraen insectos de diferentes órdenes, tales como dípteros (Disney *et al.* 1982), pulgones de las plantas (Eastop 1955), himenópteros (Vrdoljak y Samways 2012; Heneberg y Bogusch 2014; Ramírez *et al.* 2014) y trips (Kirk 1984). Para el caso de himenópteros parasitoides, existe un consenso sobre la efectividad que tienen los platos-trampa amarillos, como lo soportan estudios con calcídidos y braconidos en Brasil (Marchiori *et al.* 2003, Marchiori 2014), ichneumónidos en España (Mazón y Bordera 2008) y braconidos en Tailandia (Stary *et al.* 2010) y en Venezuela (Torres y Briceño 2005; Briceño *et al.* 2006). De igual forma, en México varios autores han usado estos platos-trampa amarillos para recolectar

¹ B. Sc., Ph. D., Ph. D., Ph. D., Ph. D. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km. 9.5 Carr. Morelia-Zinapécuaro. C.P. 58880 Tarímbaro, Michoacán, México. laura.vmm1@gmail.com; spineda_us@yahoo.com; amabel_66@hotmail.com; plorbit@gmail.com; figueroaji@yahoo.com.mx. ² Ph. D. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. km. 9.5 Carr. Morelia-Zinapécuaro. 58880 Tarímbaro, Michoacán, México. roschberith@hotmail.com. ³ Ph. D. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. Francisco J. Mujica, Ciudad Universitaria 58060 Morelia, Michoacán, México, ponce.javier0691@gmail.com. ⁴ Autor para correspondencia.

bracónidos (Esquivel *et al.* 2008; Figueroa *et al.* 2009; Mejía *et al.* 2012; Gutiérrez *et al.* 2015). Actualmente, por su efectividad de captura, muchos trabajos que implican el conocimiento de la fauna de himenópteros bracónidos de un área o región, eligen *a priori* los platos-trampa amarillos como una herramienta de estudio, descartando con ello la posibilidad de usar estas mismas trampas combinadas con otros colores. A este respecto, el único estudio que evaluó la captura de bracónidos con platos-trampa de diferentes colores fue realizado por Kula y Kula (2009) en un bosque de Maryland, en Estados Unidos de América.

En este trabajo se determinó la efectividad de captura de platos-trampa de diferentes colores (amarillo, azul, crema y verde), a dos alturas (0 y 0,9 m), en un sitio con vegetación de matorral subtropical. Se realizó un análisis de riqueza y diversidad genérica de las avispa capturadas por los platos-trampa para determinar diferencias entre colores probados.

Materiales y métodos

Captura y diseño del muestreo. Se utilizaron trampas de color amarillo, azul, crema y verde que consistieron en platos cuadrados de plásticos de 27 cm x 20 cm x 5 cm (PLASVIC, S.A. de C.V. México, D.F.), que contenían 980 ml de agua + 10 ml de detergente SALVO® como medio de retención + 10 ml de formaldehído como conservante. El espectro de reflectancia del color de los platos-trampa se midió con un espectrofotómetro analítico de campo (FieldSpec Pro, Analytical Spectral Devices, Boulder, CO, Estados Unidos de América) modificado con una fuente de luz doméstica, el cual consistió de tres bulbos de halógenos de 40 W que se colocaron alrededor del reflector. Los espectros se midieron en longitudes de onda de 350 a 700 nm, y cada espectro se caracterizó por tres valores: la longitud en la que se obtuvo la máxima reflectancia y el intervalo donde se alcanzó más del 95 % de ésta. Las mediciones se repitieron cinco veces en cada color de plato-trampa para asegurar que no hubiese variación notable de espectros.

La captura de los insectos se realizó en una superficie de 225 m² de vegetación matorral subtropical en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (19°41’729”N, 101°08’321”O y 2.088 msnm) a 0,5 km E de Morelia (Michoacán, México). El estudio se realizó en el periodo de lluvia, entre septiembre y octubre de 2011. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones. Los tratamientos se conformaron por la combinación de cada color de plato-trampa (amarillo, azul, crema y verde), altura sobre el nivel del suelo (0 y 0,9 m) a la cual se colocaron los platos-trampa y tiempo (semana 1, semana 2, semana 3 y semana 4). La disposición de los platos-trampa en el área de estudio fue al azar para un total de 32 y una distancia entre ellos de 3 m. Las evaluaciones iniciaron siete días después de la colocación de los platos-trampa, los cuales se revisaron una vez por semana durante cuatro semanas. En campo se tamizó el contenido de cada plato-trampa para extraer los insectos y se almacenaron en frascos de 250 ml con sus respectivos datos de captura. En laboratorio los especímenes de la familia Braconidae se separaron para su curación, conteo, montaje y determinación. Todos los ejemplares se depositaron en la colección entomológica del Instituto de Investigaciones Agropecuaria y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Análisis de datos. Se elaboró un listado de géneros de bracónidos identificados. Se hizo un análisis comparativo de riqueza y diversidad de la comunidad de avispa capturadas, que incluyó: 1) comparar la riqueza y composición de bracónidos capturados en los platos-trampa de diferentes colores; 2) estimar la riqueza esperada para cada color y los cuatro colores combinados mediante el estimador no paramétrico de Chao 2 y la técnica de re-muestreo de Jackknife 1 (Magurran 2004); las estimaciones se mejoraron con un procedimiento de re-muestreo “bootstrap” con 1.000 permutaciones para disminuir el sesgo y reducir la variación debido a las pocas observaciones (Efron 1979); 3) estimar la diversidad capturada por color con el índice no paramétrico de Shannon, cuyos resultados se compararon con una prueba de t modificada por Hutchenson (Zar 2005). Para establecer si las diferencias de captura observadas son efecto de la atracción o del tamaño de muestra, se aplicó el método de rarefacción a las capturas por color de la trampa. También se realizó un análisis de similitud entre capturas por color de los platos-trampa mediante el índice de Bray-Curtis (Hammer *et al.* 2001), con el programa PAST versión 2,17b.

Para determinar el efecto del color y altura de colocación de cada plato-trampa, así como el tiempo de colecta, los datos se analizaron con un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 4 x 4 a través del procedimiento de Modelos Lineales Generalizados (GLM), y la separación de medias se obtuvo con la metodología de mínimos cuadrados (LSM) (P < 0,01) (SAS/STAT, versión 9.3; SAS Institute, Cary, NC).

Resultados

Las longitudes de ondas donde se observaron los niveles máximos de reflectancia en cada color de platos-trampa fueron las siguientes, amarillo: 580 nm (540-700 nm), verde: 535 nm (525-550 nm), azul: 440 nm (410-475 nm) y crema: 600 nm (410-700 nm). Los platos-trampa verde y amarillo exhibieron similar reflectancia en el intervalo de longitud de onda de 360 a 530 nm (Fig. 1).

Los 32 platos-trampa capturaron 104 especímenes de bracónidos. Se determinaron 14 subfamilias y 28 géneros (Tabla 1). Los géneros *Aphaereta*, *Dinotremia* (Alysiinae) y *Microctonus* (Euphorinae) fueron los más abundantes y se capturaron en los platos-trampa de los cuatro colores. Los platos-trampa de color amarillo y verde capturaron el mayor número

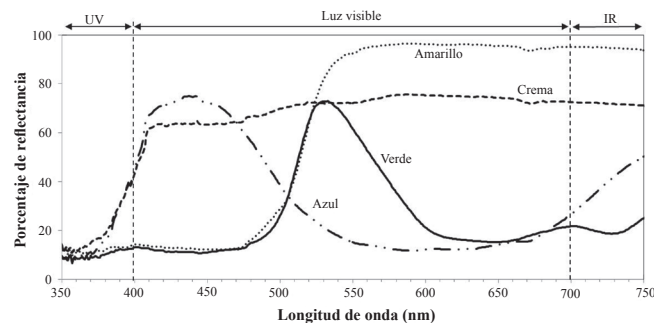


Figura 1. Porcentaje de reflectancia de 350 a 750 nm de cuatro colores de platos-trampa (amarillo, azul, crema y verde) usados para la captura de géneros de Braconidae en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (Morelia, Michoacán, México), durante septiembre y octubre de 2011.

Tabla 1. Lista de géneros de Braconidae capturados por color de plato-trampa en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (Morelia, Michoacán, México), durante septiembre y octubre de 2011.

Subfamilia	Género	No. de especies/color de la trampa				Total capturado
		Amarillo	Verde	Azul	Crema	
Alysiinae	<i>Aphaereta</i>	9	6	3	1	19
	<i>Asobara</i>	2	2	0	0	4
	<i>Chorebus</i>	0	0	0	1	1
	<i>Dinotrema</i>	8	2	1	1	12
	<i>Dapsilarthra</i>	0	0	0	1	1
	<i>Gnathopleura</i>	0	1	0	0	1
	<i>Phaenocarpa</i>	0	1	0	0	1
Aphidiinae	<i>Aphidius</i>	0	1	0	0	1
	<i>Binodoxys</i>	0	1	0	0	1
Blacinae	<i>Blacus</i>	1	0	0	0	1
Braconinae	<i>Bracon</i>	2	1	0	1	4
	<i>Ascogaster</i>	1	0	0	0	1
Cheloninae	<i>Chelonus</i>	0	2	0	0	2
	<i>Leptodrepana</i>	0	1	0	0	1
Doryctinae	<i>Callihormius</i>	1	0	0	0	1
	<i>Heterospilus</i>	1	0	0	0	1
Euphorinae	<i>Centistes</i>	1	0	0	0	1
	<i>Leiophron</i>	1	0	0	0	1
	<i>Microctonus</i>	2	5	2	2	11
Helconinae	<i>Nealioles</i>	0	1	0	0	1
Meteorinae	<i>Meteorus</i>	1	1	0	1	3
	<i>Apanteles</i>	3	5	2	0	10
Microgastrinae	<i>Choeras</i>	1	0	0	0	1
	<i>Microplitis</i>	5	1	1	0	7
Miracinae	<i>Mirax</i>	1	0	0	1	2
Opiinae	<i>Opius</i>	4	4	0	1	9
Orgilinae	<i>Orgilus</i>	2	1	0	0	3
Rogadinae	<i>Aleiodes</i>	1	2	0	0	3
	Totales	47	38	9	10	104

de individuos (47 y 38, respectivamente), comparado con los de color azul y crema (9 y 10, respectivamente). Los dos primeros capturaron siete géneros exclusivos, mientras que los platos-trampa crema capturaron dos (Tabla 2). La similitud estimada con el índice de Bray-Curtis entre los platos-trampa de color amarillo y verde fue de 56,5 %, mientras que entre el azul y crema fue de 42,1 %.

La diversidad genérica estimada en los platos-trampa de color amarillo y verde fue relativamente alta (2,6 y 2,6, respectivamente) y sin diferencia significativa entre ellas ($t = 0,046$; $P = 0,96$), mientras que en los platos-trampa de color crema y azul fue menor (2,2 y 1,5, respectivamente), sin diferencia entre ellas ($t = 1,54$; $P = 0,14$), pero con diferencia significativa en la diversidad genérica estimada de los platos-trampa de color amarillo y verde ($P < 0,001$). La equitabilidad en todos los casos fue alta y osciló entre 0,88 a 0,98 (Tabla 3).

Los valores de riqueza genérica de braconidos calculados con los estimadores Chao 2 y Jackknife 1 para cada color de plato-trampa estuvieron ligeramente por encima de los valores de riqueza observada, excepto el estimador Chao 2 que

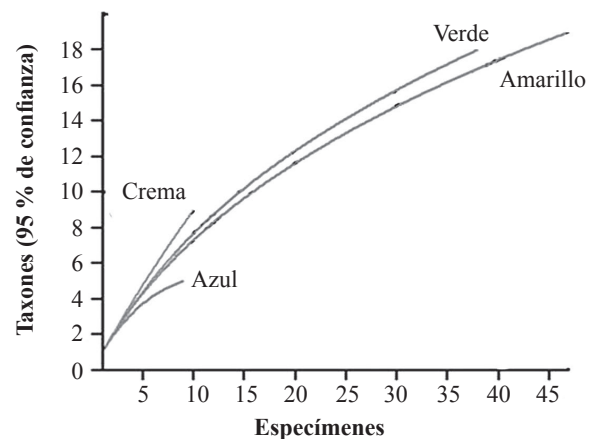


Figura 2. Curva de rarefacción entre número de individuos y géneros de braconidos registrados en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (Morelia, Michoacán, México), durante septiembre y octubre de 2011.

Tabla 2. Relación de géneros de Braconidae exclusivos y compartidos capturados por color de plato-trampa en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (Morelia, Michoacán, México), durante septiembre y octubre de 2011.

Color	Géneros “exclusivos”		Géneros “compartidos”	
Amarillo	<i>Ascogaster</i> <i>Blacus</i> <i>Callihormius</i> <i>Centistes</i> <i>Choeras</i> <i>Heterospilus</i>	<i>Leiophron</i>	<i>Aleiodes</i> <i>Apanteles</i> <i>Aphaereta</i> <i>Asobara</i> <i>Bracon</i> <i>Dinotrema</i>	<i>Meteorus</i> <i>Microctonus</i> <i>Microplitis</i> <i>Mirax</i> <i>Opius</i> <i>Orgilus</i>
Verde	<i>Aphidius</i> <i>Binodoxys</i> <i>Chelonus</i> <i>Gnathopleura</i> <i>Leptodrepana</i> <i>Nealiolus</i>	<i>Phaenocarpa</i>	<i>Aleiodes</i> <i>Apanteles</i> <i>Aphaereta</i> <i>Asobara</i> <i>Bracon</i> <i>Dinotrema</i>	<i>Meteorus</i> <i>Microctonus</i> <i>Microplitis</i> <i>Opius</i> <i>Orgilus</i>
Azul			<i>Apanteles</i> <i>Aphaereta</i> <i>Dinotrema</i>	<i>Microplitis</i> <i>Microctonus</i>
Crema		<i>Chorebus</i> <i>Dapsilarthra</i>	<i>Aphaereta</i> <i>Bracon</i> <i>Dinotrema</i> <i>Meteorus</i>	<i>Microctonus</i> <i>Mirax</i> <i>Opius</i>

subestimó la riqueza genérica de los platos-trampa azules. Estos dos estimadores no paramétricos calcularon más riqueza genérica en platos-trampa amarillos y verdes. El estimador Jackknife 1 fue el más preciso en platos-trampa azules, cremas y verdes (Tabla 4). Después de combinar los datos de los cuatro colores, la riqueza genérica estimada con el índice de Chao 2 fue de 46 géneros, mientras que con el índice de Jackknife 1 de 40, esto es 1,6 y 1,4 veces más la riqueza genérica observada, respectivamente. La rarefacción indicó que al incrementarse el tamaño de la muestra (número de individuos), los platos-trampa de color amarillo tendrían la mejor captura de géneros, seguido de las de color verde (Fig. 2).

Los platos-trampa amarillo, de la segunda y cuarta semana e instalados a nivel del suelo (0 m), capturaron

Tabla 3. Valores de diversidad y equitabilidad obtenidos a partir del índice de Shannon de géneros de Braconidae capturados en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (Morelia, Michoacán, México), durante septiembre y octubre de 2011.

	Amarillo	Verde	Azul	Crema
No. Taxones_S	19	18	5	9
Índice Shannon_H	2,6	2,6	1,5	2,2
Equitabilidad_J	0,88	0,91	0,94	0,98

Tabla 5. Promedios de Braconidae capturados por color de plato-trampa, altura y semana, en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (Morelia, Michoacán, México), en septiembre y octubre de 2011.

Color	0 m semanas				0,9 semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Amarillo	1,0 ± 0,55Aa	2,75 ± 0,55Ab	1,5 ± 0,55Aab	2,0 ± 0,55Aab	1,75 ± 0,55Aab	0,50 ± 0,55Aa	1,0 ± 0,55Aa	1,25 ± 0,55ABab
Azul	0,0 ± 0,55Aa	0,25 ± 0,55Ba	0,75 ± 0,55Aa	0,25 ± 0,55Ba	0,50 ± 0,55ABa	0,25 ± 0,55Aa	0,0 ± 0,55Aa	0,25 ± 0,55Aa
Crema	0,0 ± 0,55Aa	0,25 ± 0,55Ba	0,0 ± 0,55Aa	0,0 ± 0,55Ba	0,0 ± 0,55Ba	1,25 ± 0,55Aa	0,0 ± 0,55Aa	1,0 ± 0,55ABa
Verde	0,75 ± 0,55Aa	1,0 ± 0,55Ba	1,0 ± 0,55Aa	1,5 ± 0,55ABa	0,75 ± 0,55ABa	1,2 ± 0,55Aa	1,0 ± 0,55Aa	2,2 ± 0,55Ba

Medias dentro de las columnas (letras mayúsculas) y dentro de filas (letras minúsculas) seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($P > 0,01$; LSD separación de medias) ($F = 1,70$; $gl = 96, 31$; $P = 0,03$).

Tabla 4. Riqueza observada y estimada de géneros de Braconidae con dos estimadores no paramétricos por color de plato-trampa en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato” (Morelia, Michoacán, México), durante septiembre y octubre de 2011.

	Amarillo	Verde	Azul	Crema	Global
Riqueza observada	19	18	5	9	28
Chao 2	20 ± 6,65	19 ± 5,91	4 ± 1,03	13 ± 11,67	46 ± 12,5
Jackknife 1	20 ± 4,57	18 ± 4,75	5 ± 1,34	9 ± 4,91	40 ± 5,3

significativamente ($F = 1,70$; $gl = 96, 31$; $P = 0,03$) más avispa ($2,75 \pm 0,55$ y $2,0 \pm 0,55$ individuos, respectivamente) comparados con los platos-trampa de los otros colores, aunque en la cuarta semana no se observaron diferencias significativas con respecto al plato-trampa de color verde ($1,5 \pm 0,55$) (Tabla 5). Así mismo, los platos trampa de color amarillo, de la primera semana e instalados a 0,9 m de altura, capturaron un promedio de $1,75 \pm 0,55$ avispas, pero éste sólo fue significativamente distinto al valor observado en los platos-trampa de color crema ($0,0 \pm 0,55$). En la cuarta semana, los platos-trampa verde, instalados a 0,9 m, exhibieron un promedio alto de captura de avispas ($2,2 \pm 0,55$), aunque éste sólo fue significativamente distinto al

número de individuos capturados en los platos-trampa azules ($0,25 \pm 0,55$) (Tabla 5).

Discusión

Los insectos pueden ser atraídos o repelidos por algún color en especial, lo cual se debe a la capacidad de distinguir longitudes de onda o frecuencias de la luz reflejada o emitida (Bernays y Chapman 1994; Matthews y Matthews 2010). Por ello, la mayoría de los insectos responden a un intervalo de longitudes de onda que se extiende desde cerca de la luz ultravioleta (300-400 nm) hasta el color naranja (un máximo de 600-650 nm). De acuerdo con Menzel y Backhaus (1991), en los ojos compuestos de los himenópteros, lepidópteros y ortópteros pueden encontrarse hasta siete o nueve tipos de fotoreceptores, que son los encargados de fabricar y almacenar los pigmentos que absorben diferentes longitudes de onda de la luz. Matthews y Matthews (2010) mencionaron que la mayoría de los insectos poseen dos tipos de pigmentos, uno que absorbe luz verde y amarilla (550 nm) y el otro la luz azul y ultravioleta (< 480 nm), aunque también mencionaron que existen especies de insectos que perciben un espectro más completo de colores, como es el caso de las abejas, que poseen tres tipos de pigmento, uno con absorción máxima en las cercanías de los 360 nm (ultravioleta), otro con 440 nm (azul-violeta) y otro con 588 nm (amarillo).

En este estudio se encontraron 28 géneros de la familia Braconidae, 25 de ellos forman parte de los 100 que previamente reportó Figueroa *et al.* (2012) para el estado de Michoacán. Sin embargo, los géneros *Gnathopleura* (Alysinae), *Callihormius* (Doryctinae) y *Choeras* (Microgastrinae) representan nuevos registros para este estado de la República Mexicana. Los cuatro colores de los platos-trampa ensayados capturaron braconidos, pero las de color amarillo y verde capturaron el mayor número de individuos. Estos resultados son similares a los de Li *et al.* (2012), quienes con trampas de intercepción de vuelo de siete colores (amarillo, azul, verde, blanco, morado, negro y rojo) citaron que las de color amarillo y verde atraparon más individuos de la familia Ichneumonidae comparado con las de los otros colores. Así mismo, en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas en la diversidad entre los platos-trampa de color amarillo y verde ($t = 0,046$; $P = 0,96$). Esto puede ser debido a que ambos colores generan los mismos valores en una buena parte del intervalo de longitud de onda. Por otro lado, entre los platos-trampa azules y cremas, que capturaron poca riqueza genérica y no hubo diferencias significativas en la diversidad estimada, la similitud fue baja (42,1 %) debido al efecto de los tres géneros (*Aphaereta*, *Dinotrema* y *Microctonus*) que compartieron entre ellas. Estos resultados contrastan con el trabajo de Campbell y Hanula (2007), quienes experimentaron con platos-trampa de cuatro colores (rojo, azul, amarillo y blanco) en un área sin flores amarillas. Estos autores observaron que los platos-trampa azules fueron los más preferidos por los himenópteros visitantes de flores. Esta preferencia hacia el color azul también fue reportada por Ramírez *et al.* (2014) en abejas, quienes encontraron en este color el índice de diversidad más alto (Shannon: 3,1).

En el presente estudio también se encontró que la equitabilidad fue alta en todos los colores debido a que la mayoría de los taxones estuvieron representados por uno o dos indi-

viduos. Las estimaciones de mayor riqueza genérica esperada en platos-trampa de color amarillo, calculadas con los estimadores Chao 2 y Jackknife 1, fueron consistentes con la recomendación generalizada de utilizar este color para capturar braconidos, aunque también los platos-trampa verdes podrían recomendarse por sus estimaciones altas. Así mismo, las estimaciones totales de riqueza genérica con ambos índices usados (40-46) superaron en 30-40 % a lo observado, indicando que el número de platos usados en el experimento o el tiempo de exposición utilizado deberían incrementarse si se pretende capturar la riqueza genérica de braconidos que los estimadores suponen existe en el área de estudio. La técnica de rarefacción es consistente con esta aseveración.

Existen muy pocos estudios que hayan evaluado la captura de braconidos en platos-trampa de distintos colores. En el presente estudio, se capturaron en promedio 3,2 especímenes por plato en las 32 trampas utilizadas. Este resultado es muy similar a lo reportado por Kula y Kula (2009), quienes registraron 2,3 especímenes/trampa en 336 platos de diferentes colores (azul, azul fluorescente, amarillo, amarillo fluorescente, rojo, blanco y transparente) en un bosque de Maryland (Estados Unidos). Estos mismos autores encontraron que los platos-trampa amarillos fueron los más efectivos en la captura de braconidos.

En este estudio se encontró que el color y la altura de colocación de cada plato-trampa tienen un efecto en la captura promedio de braconidos. Esto es debido a que en una semana, los platos-trampa amarillos instalados a nivel del suelo superaron las capturas de los otros tres colores. Así mismo, se encontró en una semana que los platos-trampa verdes instaladas a 0,9 m exhibieron un promedio de captura similar al de los amarillos. Este promedio de captura podría indicar que los platos-trampa verdes atraen también braconidos, por la absorbancia y reflectancia similar que tienen con los amarillos. Esto coincide con lo reportado por Fisher *et al.* (2004), quienes mencionaron que el color amarillo refleja el mismo intervalo de longitud de onda que el follaje verde de las plantas. De igual forma, estos autores mencionaron que la preferencia que tienen los parasitoides a un color se ha estudiado en muy pocas especies de la superfamilia Ichneumonoidea, y los resultados son poco consistentes, debido a que no se conoce con precisión si la discriminación de los colores que tienen las avispa está basada en longitudes de onda o en la intensidad de la luz que reflejan. Por su parte Wackers (1994) mencionó que las avispa prefieren el color amarillo durante el forrajeo de néctares y el verde mientras buscan a sus hospederos.

El efecto de colocación de una trampa a una determinada altura y un color también fue evaluado por Jiménez *et al.* (2004), en un experimento realizado en cultivo de papa, *Solanum tuberosum* L., donde combinaron trampas pegajosas de cuatro colores (azul, blanco, amarillo y gris) y dos alturas sobre el nivel del suelo (0,3 y 0,5 m). Estos autores concluyeron que las de color azul, colocadas a 0,3 m, capturaron el mayor número de trips (Thysanoptera) (58.050 individuos) comparadas con el resto de las combinaciones color-alturas. Así mismo, en Japón, Mitsunaga *et al.* (2012) compararon el nivel de atracción de sitios de alimentación (esponja empapada de miel al 50 %), de dos colores (blanco y amarillo) y a dos alturas para el parasitoide *Cotesia vestalis* (Haliday, 1834) (Braconidae), y concluyeron que el color y la altura son factores importantes para el reconocimiento

de los sitios de alimentación, debido a que esta especie utilizó más el sitio de alimentación amarillo instalado a 0,5 m del suelo que el de 2,0 m.

Conclusiones

En este estudio, sólo en una semana y una altura se registró mayor efectividad de captura en los platos-trampa amarillos; sin embargo, al comparar los resultados del índice de Shannon, los platos-trampa amarillos y verdes presentaron los valores más altos (2,6 vs. 2,6, respectivamente), indicando una igual efectividad de captura en riqueza y abundancia de braconidos entre estos colores. La captura de los géneros exclusivos en platos-trampa de color amarillo, verde y crema permiten suponer que esta es la longitud de onda a la que responden tales géneros. El nivel de reflectancia o absorbancia que tienen los platos-trampa verdes fue muy similar a los platos-trampa amarillos en los intervalos de 360 a 530 nm, lo que posiblemente indique que éste sea el intervalo de longitud de onda en que los braconidos responden para ser atraídos por ambos colores. Sin embargo, más estudios están en proceso para confirmar esta hipótesis.

Agradecimientos

A la Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Michoacán, México) por el financiamiento otorgado.

Literatura citada

- BARRERA, J. F.; MONTOYA, P.; ROJAS, J. 2006. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. pp. 1-16. En: Barrera, J. F.; Montoya, P. (Eds.). Simposio sobre trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México.
- BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. 1994. Host-plant selection by phytophagous insects. Chapman and Hall, New York. 312 p.
- BRICEÑO G., R. A.; TORRES, P. D. N.; ROMERO T., L. 2006. Biodiversidad y distribución de la subfamilia Alysiinae (Hymenoptera: Braconidae) en tres ecosistemas naturales de Venezuela. *Entomotropica* 21 (2): 73-82.
- CAMPBELL, J. W.; HANULA, J. L. 2007. Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal Insect Conservation* 11 (4): 399-408.
- DIRRIGL, F. J. 2012. Effectiveness of pan trapping as a rapid bio-inventory method of freshwater shoreline insects of subtropical Texas. *Southwestern Entomologist* 37 (2): 133-139.
- DISNEY, R. H. L.; ERZINCLIOGLU, Y. Z.; HENSHAW, D. J.; HOWSE, D.; UNWIN, D. M.; WITHERS, P.; WOODS, A. 1982. Collecting methods and the adequacy of attempted fauna surveys with reference to the Diptera. *Field Studies* 5 (4): 607-621.
- EASTOP, V. F. 1955. Selection of aphid species by different kinds of insect traps. *Nature* 176: 936.
- EFRON, B. 1979. Bootstrap methods: another look at the Jackknife. *The Annals of Statistics* 7 (1): 1-26.
- ESQUIVEL, T. L. D.; FLORES, E. L.; MARTÍNEZ, A. M.; LÓPEZ M., V.; SÁNCHEZ G., J. A.; FIGUEROA, J. I. 2008. Diversidad de braconidos (Hymenoptera: Braconidae) encontrados en dos áreas forestales de Michoacán. pp. 1000-1005. En: Estrada, V. E. G.; Equihua, M. A.; Padilla, R. J. R.; Mendoza, E. A. (Eds.). *Entomología Mexicana*. Vol. VII. Sociedad Mexicana de Entomología.
- FIGUEROA, J. I.; SÁNCHEZ G., J. A.; MARTÍNEZ, A. M.; FLORES, E. L.; PINEDA, S. 2009. Las especies de *Blacus* (Hymenoptera: Braconidae) que viven en tres áreas forestales importantes del estado de Michoacán. pp. 725-729. En: Estrada, V. E. G.; Equihua, M. A.; Chaires, G. M. P.; Acuña, S. J. A.; Padilla, R. J. R.; Mendoza, E. A. (Eds.). *Entomología mexicana* Vol. VIII. Sociedad Mexicana de Entomología. 1050 p.
- FIGUEROA, J. I.; SÁNCHEZ G., J. A.; MARTÍNEZ, A. M.; PINEDA, S.; LÓPEZ, M. V.; CORONADO, B. J. M.; RUIZ, C. E.; CHAVARRIETA, J. M. 2012. Situación actual sobre estudios taxonómicos de avispas braconidas (Hymenoptera: Braconidae) en el estado de Michoacán. Memoria del III Taller Internacional de Recursos Naturales. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 21-23 marzo 2012.
- FISCHER, S.; SAMIETZ, J.; WÄCKERS, F. L.; DORN, S. 2004. Perception of chromatic cues during host location by the pupal parasitoid *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environmental Entomology* 33 (1): 81-87.
- GUTIÉRREZ, A. D.; GUTIÉRREZ, A. C. R.; ZALDÍVAR, R. A. 2015. DNA Barcoding of the parasitoid wasp subfamily Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae) from Chamela, Mexico. *Biodiversity Data Journal* (3): 1-32.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. 2001. PAST: PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 1-9.
- HENEBERG, P.; BOGUSCH, P. 2014. To enrich or not to enrich? Are there any benefits of using multiple colors of pan traps when sampling aculeate Hymenoptera? *Journal of Insect Conservation* (18): 1123-1136.
- HOBACK, W. W.; SVATOS, T. M.; SPOMER, S. M.; HIGLEY, L. G. 1999. Trap color and placement affects estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91 (3): 393-402.
- JIMÉNEZ, J. S. F.; DÍAZ, T. I.; LÓPEZ, A. D. 2004. Evaluación de trampas engomadas para determinar preferencias de color y altura en *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en papa. *Fitosanidad* 8 (4): 49-52.
- KIRK, W. D. J. 1984. Ecologically selective coloured traps. *Ecological Entomology* 9 (1): 35-41.
- KULA, R. R.; KULA, A. 2009. Pan trap color preference for braconid wasps (Hymenoptera: Ichneumonoidea) in a forest clearing. First International Entomophagous Insects Conference. University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, EEUU. July 27-31, 2009. 96 pp.
- LI, T.; SHENG, M. L.; SUN, S. P.; CHEN, G. F.; GUO, Z. H. 2012. Effect of the trap color on the capture of ichneumonids wasps (Hymenoptera). *Revista Colombiana de Entomología* 38 (2): 338-342.
- MAGURRAN, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Science. 256 pp.
- MARCHIORI, C. H.; PENTEADO D., A. M.; TAVARES, M. T. 2003. Parasitoids of the family Chalcididae collected in pastures and forests using yellow traps, in Itumbiara, Goiás, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63 (2): 357-360.
- MARCHIORI, C. H. 2014. Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) collected from native forests and pasture in southern, Goiás, Brazil. *Global Journal of Biology, Agriculture & Health Sciences* 3 (1): 23-25.
- MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. 2010. *Insect Behavior*. 2nd edition. Springer. 514 p.
- MAZÓN, M.; BORDERA, S. 2008. Effectiveness of two sampling methods used for collecting Ichneumonidae (Hymenoptera) in the Cabañeros National Park (Spain). *European Journal of Entomology* 105 (5): 879-888.
- MEJÍA, R. A.; MARTÍNEZ, A. M.; PINEDA, S.; SÁNCHEZ, G. J. A.; LÓPEZ M., V.; FIGUEROA, J. I. 2012. Nuevos registros de especies del género *Blacus* Nees (Hymenoptera: Braconidae) en dos áreas forestales del estado de Michoacán. pp. 1024-1028. En: Martínez, A. E.; Estrada, V. E.; Acuña, S. J. A.; Chaires, G.

- M. P.; Durán, R. G. (Eds.). Entomología Mexicana Vol. XI. Sociedad Mexicana de Entomología.
- MENZEL, R.; BACKHAUS, W. 1991. Colour vision in Insects. pp. 262-293. En: Gouras, H. P. (Ed.). Vision and visual dysfunction: the perception of colour. Macmillan Press, London, Reino Unido.
- MITSUNAGA, T.; SHIMODA, T.; MUKAWA, S.; KOBORI, Y.; GOTO, Ch.; SUZUKI, Y.; YANO, E. 2012. Color and height influence the effectiveness of an artificial feeding site for a larval endoparasitoid, *Cotesia vestalis* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae). Japan Agricultural Research Quarterly 46 (2): 161-166.
- PROKOPY, R. J.; OWENS, E. D. 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. Annual Review of Entomology 28 (6): 337-364.
- RAMÍREZ, F. L.; ALANIS, F., G.; AYALA, B. R.; VELAZCO, M. C.; FAVELA, L. S. 2014. El uso de platos trampa y red entomológica en la captura de abejas nativas en el estado de Nuevo León, México. Acta Zoológica Mexicana 30 (3): 508-538.
- STARÝ, P.; RAKHSHANI, E.; TOMANOVIĆ, Ž.; KAVALLIERA-TOS, N. G.; SHARKEY, M. 2010. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) from Thailand. Zootaxa 2498: 47-52
- TORRES P., D. N.; BRICEÑO G., R. A. 2005. Riqueza, abundancia y distribución de la subfamilia Rogadinae (Hymenoptera: Braconidae) en tres ecosistemas naturales de Venezuela. Entomotropica 20 (3): 205-211.
- VRDOLJAK, S. M.; SAMWAYS, M. J. 2012. Optimizing coloured pan traps to survey flower visiting insects. Journal of Insect Conservation (16): 345-354.
- WACKERS, F. L. 1994. The effect of food deprivation on the innate visual and olfactory preferences in the parasitoid *Cotesia rubecula*. Journal of Insect Physiology 40 (8): 641-649.
- ZAR, J. H. 2005. Biostatistical Analysis. Fifth edition. Prentice Hall. 921 p.

Recibido: 30-oct-2015 • Aceptado: 17-jun-2016

Citación sugerida:

MENA-MOCIÑO, L. V.; PINEDA-GUILLERMO, S.; MARTÍNEZ-CASTILLO, A. M.; GÓMEZ-RAMOS, B.; LOBIT, P. C.; PONCE-SAAVEDRA, J.; FIGUEROA-DE LA ROSA, J. I. 2016. Influencia del color y altura de platos-trampa en la captura de braconidos (Hymenoptera: Braconidae). Revista Colombiana de Entomología 42 (2): 155-161. Julio-Diciembre 2016. ISSN 0120-0488.