



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**DIMORFISMO SEXUAL, DIMORFISMO ALAR Y
PATRONES DE DESARROLLO EN *Conocephalus ictus*
(*Orthoptera: Tettigonidae*)**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIOLÓGO**

**PRESENTA:
MARICARMEN MARTÍNEZ AGUILAR**



**DIRECTOR DE TESIS
DR. RAÚL CUEVA DEL CASTILLO MENDOZA
SINODALES
DR. OSCAR SALOMÓN SANABRIA URBAN
DRA. LETICIA RÍOS CASANOVA
DR. HÉCTOR GODÍNEZ ALVAREZ
BIOL. ROSALIA RICO MARTÍNEZ**

LOS REYES IZTACALA A 20 DE JUNIO DEL 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“Recuerda mirar hacia las estrellas y no abajo hacia tus pies. Trata de darle sentido a lo que ves y pregúntate sobre lo hermoso de la existencia del universo. Se curioso. Por más dura que la vida pueda parecer, siempre hay algo que puedes hacer para llegar al éxito, lo importante es que nunca te des por vencido”.

Stephen Hawking

DEDICATORIA

A mis padres con todo mi cariño, por su apoyo incondicional en todo momento, por su cariño y sobre todo comprensión en los momentos más difíciles. Gracias por todo, pues ustedes han sido el pilar para lograr cada uno de mis sueños. Este logro es para ustedes. Los amo infinitamente.

A mis hermanas Laura y Belem, quienes siempre han formado parte importante de cada logro obtenido en mi vida. Gracias por su apoyo, motivación e inspiración. Las amo.

A Valentina, mi hermosa sobrina, gracias por siempre traer alegría, sonrisas y mucho amor cuando más lo he necesitado, tu llegada cambio significativamente mi vida. Te amo infinitamente.

A mi novio Cid, gracias por apoyarme y motivarme a lo largo de este tiempo juntos, por impulsarme a sacar siempre la mejor versión de mí y enseñarme a creer en mi misma. Te amo.

A mis bebés Regine y Tom, por darme todo su amor y cariño en estos últimos años. Gracias por llegar a mi vida y ser parte importante de ella, siempre los llevé en mi corazón.

A Domingo, Leticia, Dulce y LeoDan, gracias tíos y primos por ser una segunda familia para mí, por acogerme y acompañarme en estos años de vida, por su inmenso cariño y apoyo. Los quiero con todo mi corazón.

A mis tardígradas (Norma, Vane y Michelle) por acompañarme en cada etapa de la carrera, gracias por sus risas, abrazos y momentos compartidos a lo largo de nuestra estancia en la Facultad. Las adoro.

Por último, a mi mejor amiga Kitty, fue poco el tiempo que pudimos compartir juntas, pero siempre te agradezco todo el amor y cariño que compartiste conmigo. Donde quiera que te encuentres, siempre te llevó en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor Raúl Cueva, gracias por brindarme las facilidades y el apoyo para la elaboración de este proyecto, gracias por la paciencia y el tiempo brindado posterior a la carrera, sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

A mis sinodales Salomón Sanabria, Héctor Godínez, Leticia Ríos y Rosalía Rico, por su apoyo en la revisión de este trabajo, sus comentarios y observaciones realizadas, pues fueron indispensables para concluir cada página de este escrito.

A mis estimados profesores de la FESI quienes compartieron en todo momento su conocimiento, el cual fue parte crucial de mi formación, gracias por su paciencia, tolerancia y apoyo durante toda la carrera.

A la UNAM, la máxima casa de estudios por ser mi casa de formación, el lugar que ayudo a construir mis logros, a ampliar mi conocimiento, por brindar un segundo hogar donde cada uno de sus alumnos nos sentimos acogidos y en armonía. Gracias por tanto.

Por último, a mis compañeros de laboratorio Hugo, Andrés, Vladimir y Thalía, quienes sirvieron de apoyo durante la estancia en el laboratorio, gracias por las risas y las palabras motivacionales.

*Con todo mi corazón y cariño para las personas más importantes en mi vida,
quienes hicieron posible cada momento de esta etapa concluida.*

Mis padres Josefa y Nicolás.

CONTENIDO

Resumen	1
1.0 INTRODUCCIÓN	2
2.0 HIPÓTESIS	5
3.0 MATERIALES Y MÉTODOS	6
3.1 OBTENCIÓN DE <i>Conocephalus ictus</i>	6
3.2 CRIANZA DE <i>Conocephalus ictus</i>	8
4.0 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	10
5.0 RESULTADOS	10
6.0 DISCUSIÓN	14
7.0 CONCLUSIONES.....	16
LITERATURA CITADA.....	17
APÉNDICE	21

Resumen

El dimorfismo sexual es una característica muy típica de los organismos, la cual nos permite diferenciar hembras y machos. En insectos esto suele ser muy común, sin embargo, existen otras características en donde los organismos presentan diferencias significativas asociadas a la canalización de recursos, como es el desarrollo de alas, el cual puede afectar su desarrollo o tamaño corporal. *Conocephalus ictus* presenta un morfo con alas desarrolladas (macrópteros) y uno con alas poco desarrolladas (braquípteros). El desarrollo de esta característica hace que los individuos generen tórax más anchos y largos para desarrollar músculos que permitan soportar dicho tamaño, mientras que en los braquípteros el tamaño suele ser significativamente menor. Por otro lado, en esta especie no se encontró la presencia de dimorfismo sexual, puesto que la selección sexual puede estar relacionado a las presiones asociadas al vuelo.

1.0 INTRODUCCIÓN

El dimorfismo sexual hace referencia a las diferencias entre sexos de la misma especie en los órganos reproductores, forma, tamaño, ornamentación y estructuras defensivas. Su evolución se puede explicar por las diferencias en los roles reproductivos de machos y hembras (Roff y Fairbairn, 2007) y ser resultado de la selección sexual y de la selección natural (Rivero, 2013). En diversas especies animales en los machos se puede favorecer la evolución de atributos que pueden incrementar su éxito de apareamiento ya sea por competencia entre ellos por el acceso a las hembras, o por elección de pareja (Andersson, 1992). La selección inter sexual favorece a los individuos en los que han evolucionado atributos más llamativos (Rivero, 2013). Sin embargo, la producción de estos atributos epigámicos resulta ser muy costosa para los machos, ya que representa un gasto energético muy elevado, por lo que la canalización de recursos a estos atributos disminuiría la disponibilidad de recursos que podría ser canalizada a otras características, ocasionando una disyuntiva evolutiva (trade-off; Stearns, 1992). Por otro lado, la selección sobre la fecundidad femenina puede favorecer un incremento en la producción de huevos e indirectamente favorecer un incremento en el tamaño de las hembras (Steenman, *et. al.*, 2014).

Las diferencias en los roles sexuales de hembras y machos también pueden favorecer otros atributos de historia de vida. Debido a las diferencias energéticas asociadas a la reproducción, la selección natural puede favorecer que uno de los sexos tienda a tener una mayor capacidad de dispersión que el otro. Así, en diversas especies de insectos es posible encontrar hembras o machos con alas funcionales,

mientras que en el sexo opuesto no se expresan o no son funcionales. En diferentes especies de insectos como ortópteros, hemípteros, homópteros, plecópteros y coleópteros, la selección natural ha favorecido la evolución del dimorfismo alar (Simpson, *et. al.*, 2011).

En los ortópteros la producción de alas es una característica común (Harrison, 1980; Roff, 1986). Sin embargo, hay especies que las han perdido de manera secundaria y otras que las desarrollan facultativamente (Harrison, 1980; Roff, 1986). Las alas incrementan la capacidad de dispersión, lo cual permite colonizar ambientes con mayores recursos (Simpson, *et. al.*, 2011). No obstante, la producción de alas generalmente es costosa debido a la canalización de una gran cantidad de recursos a su desarrollo y mantenimiento (Harshman & Zera 2007). Generalmente la supervivencia y la reproducción futura decaen como consecuencia de la inversión en alas, por lo que la selección natural favorecerá su evolución en aquellos casos en lo que los beneficios en adecuación que generen sean mayores que sus costos. Así, su desarrollo en ambientes heterogéneos como los pastizales, bosques o matorrales, en donde se presentan cambios constantes en la vegetación y los recursos, su evolución es favorecida debido a que la dispersión permite colonizar sitios con condiciones favorables (Cepeda, *et. al.*, 2003; Marañón, *et. al.*, 2004).

En diversas especies de ortópteros tanto hembras como machos tienen la capacidad de desarrollar alas grandes (macrópteros) o pequeñas (braquípteros; Roff 1986). Debido a los costos energéticos asociados al desarrollo alar, es posible que ocurra una disyuntiva evolutiva (Guerra, 2011) entre la asignación de recursos

a la producción de alas y otros atributos del organismo, como el tamaño corporal o su fecundidad (Steenman, *et. al.*, 2014). En *C. ictus* no existen estudios sobre los potenciales costos del dimorfismo alar para hembras y machos de la especie.

En este trabajo se analizaron las diferencias en el tamaño corporal, tamaño de alas y tiempo de desarrollo en hembras y machos de morfos macrópteros y braquípteros de *Conocephalus ictus* para determinar si la inversión en la producción de alas impactaba la canalización de recursos a la expresión de los otros atributos en ambos sexos. *Conocephalus ictus* es un insecto neotropical perteneciente a la familia Tettiigonidae y al orden Orthoptera. Los ortópteros se caracterizan porque los machos producen cantos para atraer a las hembras (Nickle, 1992). Generalmente estos insectos en su mayoría permanecen ocultos durante el día, mientras que en la noche salen a alimentarse y a copular. Las hembras ovipositan durante la noche, colocando sus huevos principalmente en el suelo (Nickle, 1992). La especie tiene una amplia distribución que se extiende desde el Noroeste de México hasta América Central (Rehn, 1903; Naskrecki, 2000). Se distribuyen principalmente en zonas con clima tropical en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán (Fernández-Azuara, *et. al.*, 2018). Estos tetigónidos presentan más de tres generaciones al año y muestran dimorfismo alar en hembras y machos, por lo que es posible observar organismos macrópteros y organismos braquípteros.

Debido a las diferencias en los costos energéticos asociados a la reproducción de machos y hembras, se podría esperar que la magnitud de los “trade-offs” en ambos sexos difirieran. Si bien, en muchas especies de insectos las hembras son más grandes que los machos, se esperaría que en especies en las que se puede expresar facultativamente la formación de las alas, debido a los costos

asociados a la producción de las alas se podría esperar que los organismos alados tendieran a ser de un menor tamaño que los no alados. Debido a que en insectos las hembras tienden a ser más grandes que los machos, se podría esperar que las diferencias de tamaño entre hembras y machos macrópteros podrían ser menores debido a que el costo de la producción de las alas impactaría más a las hembras que a los machos. Por otro lado, si las diferencias energéticas están asociadas a la producción de alas se esperaría que los organismos macrópteros tuvieran mayores tiempos de desarrollo y que los mismos pudieran ser aún mayores en las hembras.

Este estudio tuvo como principal objetivo determinar en *C. ictus* si los tiempos de desarrollo y el tamaño corporal difieren entre hembras, machos y morfos macro y braquípteros asociados a cada sexo.

Asimismo, como objetivos particulares se plantearon:

- a) Estimar el tamaño corporal (largo y ancho del tórax, longitud del fémur III) de los organismos adultos braquípteros y macrópteros de ambos sexos.
- b) Estimar las tasas de desarrollo de organismos braquípteros y macrópteros de ambos sexos.

2.0 HIPÓTESIS

La producción de alas tiene altos costos energéticos, por lo tanto, en *C. ictus*:

1) Se esperaría que haya diferencias en los tiempos de desarrollo y el tamaño corporal de organismos macrópteros y braquípteros, por lo que:

- los organismos que tienden a desarrollar alas grandes tendrían mayores tiempos de desarrollo que los braquípteros.
- los organismos macrópteros tendrían un menor tamaño corporal que los braquípteros.

Debido a que en *C. ictus* los costos energéticos asociados a la reproducción serán más altos en hembras que en machos:

2) Se esperarían diferencias en tiempo de desarrollo y en tamaño corporal de hembras y machos, por lo que:

- las hembras tendrían mayores tiempos de desarrollo y tamaño que los machos.
- las hembras macrópteras tendrían mayores tiempos de desarrollo y un tamaño similar al de los machos macrópteros.
- las hembras braquípteras tendrían menores tiempos de desarrollo y un mayor tamaño corporal que los machos braquípteros.

3.0 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 OBTENCIÓN DE *Conocephalus ictus*

Para llevar a cabo este estudio se capturaron organismos adultos y ninfales en la Estación Biológica Tropical “Los Tuxtlas”. La estación biológica de “Los Tuxtlas”, pertenece al Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y se localiza a 30 km NE del poblado de Catemaco, Veracruz (Coordenadas geográficas: 95° 04’ – 95° 09’ longitud oeste y a 18° 34’ – 18° 36’ de latitud norte en

la porción sur del estado de Veracruz). Cuenta con una superficie de 644 hectáreas, localizadas al oriente del Volcán de San Martín Tuxtla con un rango altitudinal de 150 a 700 metros sobre el nivel del mar. Presenta un clima cálido-húmedo, teniendo una temperatura máxima de 27.2°C y una temperatura mínima de 21.5°C con una precipitación anual de más de 4500 mm.

Se realizaron tres visitas, con una duración de 4 días, a intervalos de 3 o 5 meses para coleccionar ninfas y adultos pertenecientes a *C. ictus*. En cada visita, durante la noche de las 20:00 h y hasta las 2:00 h se realizaron de 5 a 6 muestreos realizados a lo largo de aproximadamente 200 m de ambos bordes del tramo carretero Sontecomapan-Montepío que corre frente a la estación de Biología Tropical. Los muestreos tuvieron una duración de 30 minutos alternados por períodos de descanso de 30 minutos. Durante el período de muestreo se recolectaron manualmente a todos los organismos que eran detectados, para posteriormente ser depositados en frascos de plástico con capacidad de 500 ml, y llevados al laboratorio de la estación, en donde se comprobó por medio de sus características morfológicas que todos los ejemplares coleccionados pertenecieran a la especie *C. ictus*. Una vez identificados, estos organismos y empleando botes de plástico, los adultos eran separados de acuerdo a su sexo del resto de los organismos en fases ninfales. Las hembras adultas pueden ser identificadas gracias a la presencia de un ovipositor de una longitud similar a la de su cuerpo.

Todos los tetigónidos fueron mantenidos a temperatura ambiente proporcionándoles agua y alimento (trozos de manzana y hojuelas para peces Tetramin®) *ad libitum* durante los días posteriores a su colecta y hasta su traslado

al Laboratorio de Ecología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO), perteneciente a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

3.2 CRIANZA DE *Conocephalus ictus*

Una vez en el laboratorio los individuos fueron puestos en peceras con capacidad de 7 litros. En cada pecera se procuró colocar alrededor de 20 individuos, diez hembras y diez machos de ambos morfos alares, con la finalidad de conseguir la reproducción exitosa de *C. ictus*. Las peceras fueron acondicionadas con sustrato "Peat Moss", el cual es conocido como turba o sustrato que se forma por la descomposición de materia orgánica (Berger, 2022). Se utilizó una capa de entre 5 y 7 cm de grosor, dicho sustrato se caracteriza por tener la capacidad de retener grandes cantidades de agua, en comparación con el suelo, pues se encarga de mantener la humedad por más tiempo, brindando las condiciones óptimas para el desarrollo de los huevos de *C. ictus* y de esta manera asegurar el mayor éxito de eclosiones posibles (Ortiz Jiménez y Cueva del Castillo, 2015).

Las peceras fueron colocadas en anaqueles térmicamente aislados, con una temperatura promedio de 27°C. A los individuos de cada pecera se les proporcionó alimento y agua *ad libitum* cada tercer día, su dieta consistió en trozos pequeños de manzana y hojuelas de pescado Tetramin®, mientras que el agua se les proporcionó humedeciendo el sustrato por aspersión. Cada tercer día se hacía una búsqueda de huevos en el sustrato, los mismos tienen un color blanquizco y una longitud aproximada de 3 mm. El sustrato era regado *ad libitum* diariamente por aspersión para mantener las condiciones óptimas de humedad en él y así evitar que los

huevos se deshidrataran y que por esto no eclosionaran los organismos. Una vez que las ninfas eclosionaron fueron removidas del criadero y colocadas en recipientes individuales con capacidad de 15 ml, dentro de los recipientes éstos eran etiquetados con un número para cada individuo, registrando la fecha de nacimiento (día de eclosión). A ninfas y adultos se les proporcionó alimento siguiendo los mismos criterios implementados con los organismos del criadero. El agua se les proporcionó mediante una esponja humedecida. Cada tercer día se cambiaba el alimento y se les proporcionaba agua. Una vez que los tetigónidos llegaban a la etapa adulta, eran etiquetados, sexados y depositados en recipientes individuales ya descritos. El tiempo de desarrollo se estimó contando los días, desde la eclosión hasta el día en que se observó el desarrollo de alas. Se registró el tiempo entre mudas y se colectaron las exuvias asociadas a cada muda. Cada que los individuos mudaban se les tomaban fotografías digitales empleando una cámara (FujiFilm Aqua XP) situada a una distancia de 30 cm sobre el organismo, el cual mostraba una vista dorsal. Las fotografías digitales fueron exportadas a un software analizador de imágenes (ImageJ Tools), el cual estaba calibrado para estimar distancias lineales considerando milímetros. A partir de las imágenes de las ninfas, se midieron el largo y ancho del tórax y el largo del fémur III, una vez que se convirtieron adultos también se midió el largo de las alas. Los valores para cada atributo asociado a cada estadio de crecimiento de cada tetigónido fueron registrados en una hoja de Excel. En esta misma base de datos se incorporó también el número de días que paso cada organismo en cada estadio, el sexo y el tipo de morfo alar. La medición de los organismos adultos se realizó utilizando un vernier, cada atributo se midió cinco veces con la finalidad de reducir el error de

medición. A partir del promedio de estas mediciones se estableció el tamaño de cada atributo. Con la información recabada se determinó el tiempo y tamaño del organismo asociado a cada estadio y número de estadios asociados al tiempo de desarrollo.

4.0 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos de ancho y largo del tórax, longitud del fémur III, la longitud alar, tiempo de desarrollo y número de estadios se categorizaron por sexo y morfo alar y fueron analizados mediante análisis de varianza anidados, en los cuales los morfos alares fueron anidados en el sexo.

5.0 RESULTADOS

De un total de 88 tetigónidos adultos obtenidos, 26 pertenecieron al morfo braquíptero y 62 al morfo macróptero. Para el morfo macróptero se obtuvo un total de 25 hembras y 37 machos, y para el morfo braquíptero se contabilizó un total de 13 machos y 13 hembras.

No se encontraron diferencias significativas entre el tamaño de machos y hembras en las cuatro características morfológicas analizadas, el tiempo de desarrollo y el número de estadios (Tablas 1a-f). Sin embargo, como se esperaba, existieron diferencias entre los dos morfos alares de machos y de hembras (Morfo [Sexo]). El análisis confirmó que las alas de hembras y machos macrópteros son más grandes que en los braquípteros (Fig.1). Asimismo, machos y hembras macrópteros tienen tórax más anchos (Fig. 2) y largos (Fig. 3), fémures más grandes

(Fig. 4) y un tiempo de desarrollo más prolongado (Fig. 5) asociado a un mayor número de estadios que los organismos braquípteros (Fig. 6).

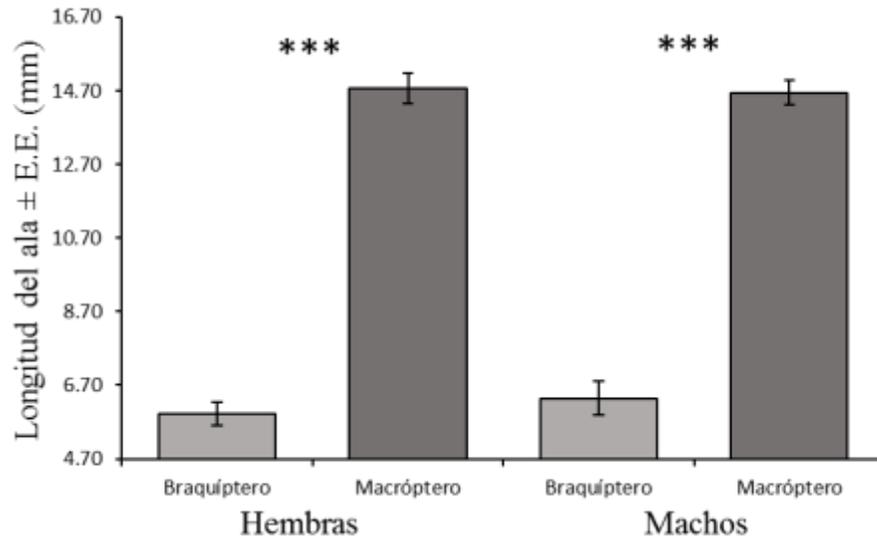


Figura 1. Longitud del ala (mm) entre los macrópteros y braquípteros ($p < 0.001$) y los sexos de cada morfo ($p = 0.074$) de *Conocephalus ictus*.

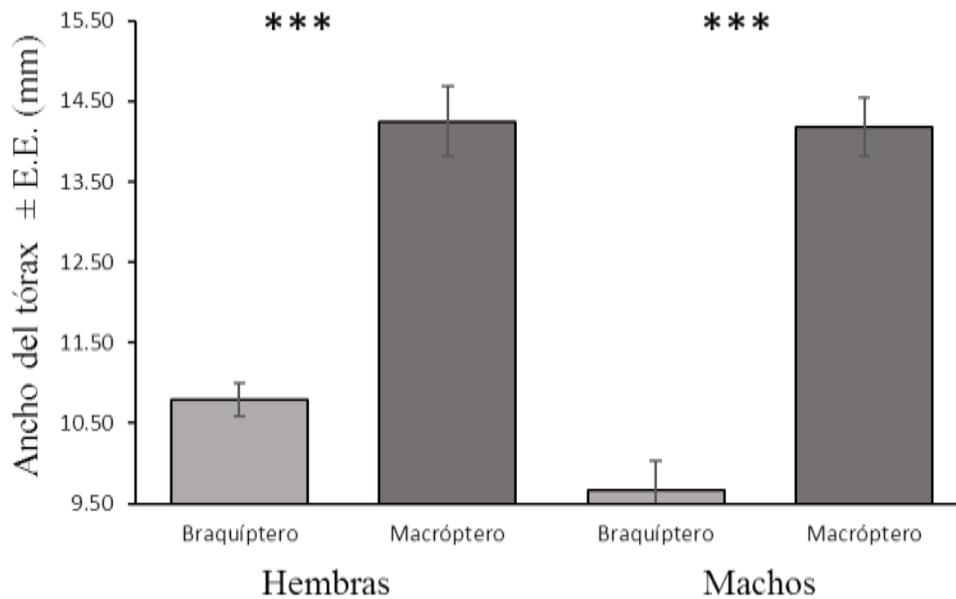


Figura 2. Ancho del tórax (mm) entre macrópteros y braquípteros ($p = 0.002$) y los sexos de cada morfo ($p = 0.6072$) de *Conocephalus ictus*.

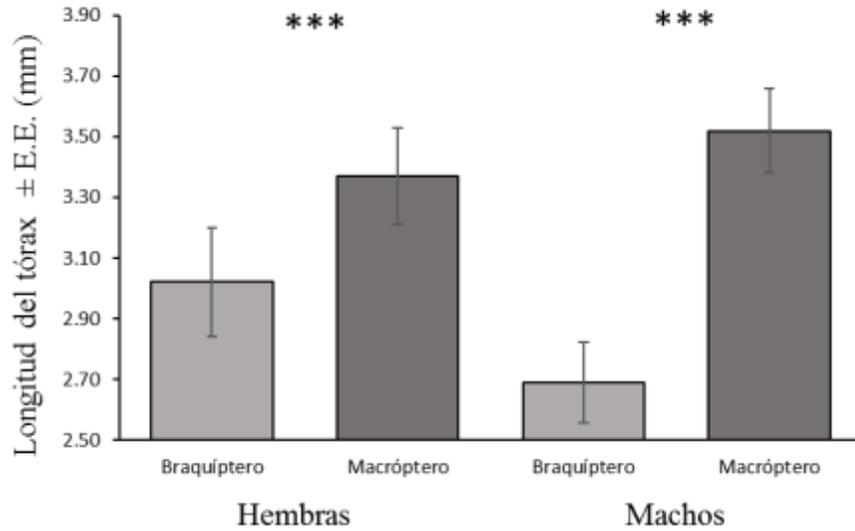


Figura 3. Longitud del tórax (mm) entre macrópteros y braquípteros ($p=0.001$) y los sexos de cada morfo ($p=0.1957$) de *Conocephalus ictus*.

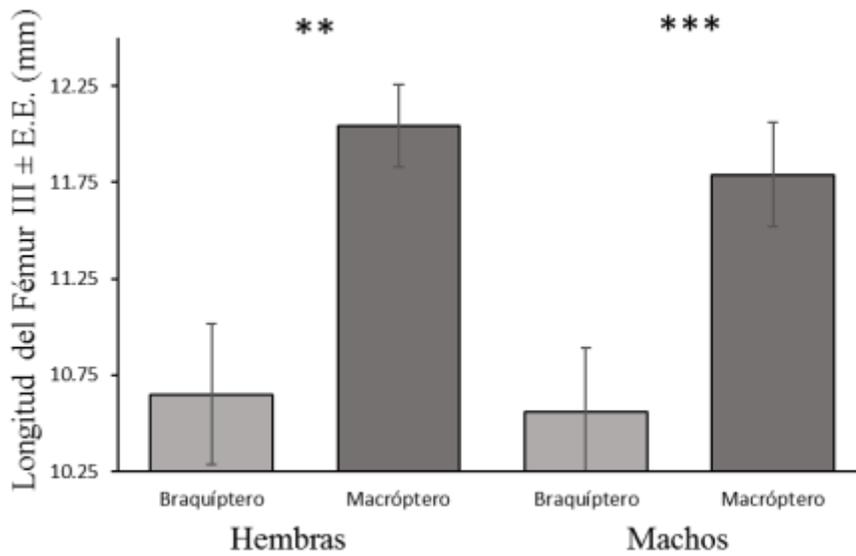


Figura 4. Longitud del fémur III (mm) entre macrópteros y braquípteros ($p=0.0006$) y los sexos de cada morfo ($p=0.598$) de *Conocephalus ictus*.

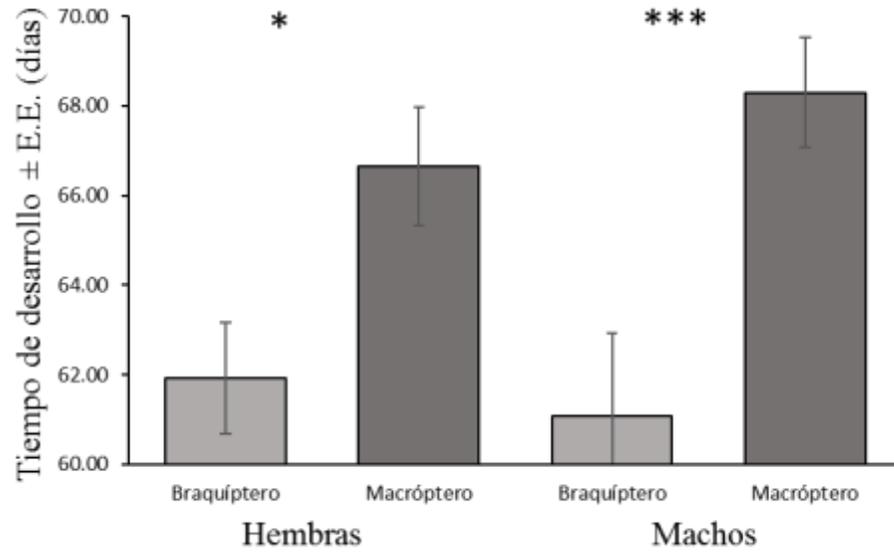


Figura 5. Tiempo de desarrollo (días) entre macrópteros y braquípteros ($p=0.001$) y los sexos de cada morfo ($p=0.7985$) de *Conocephalus ictus*.

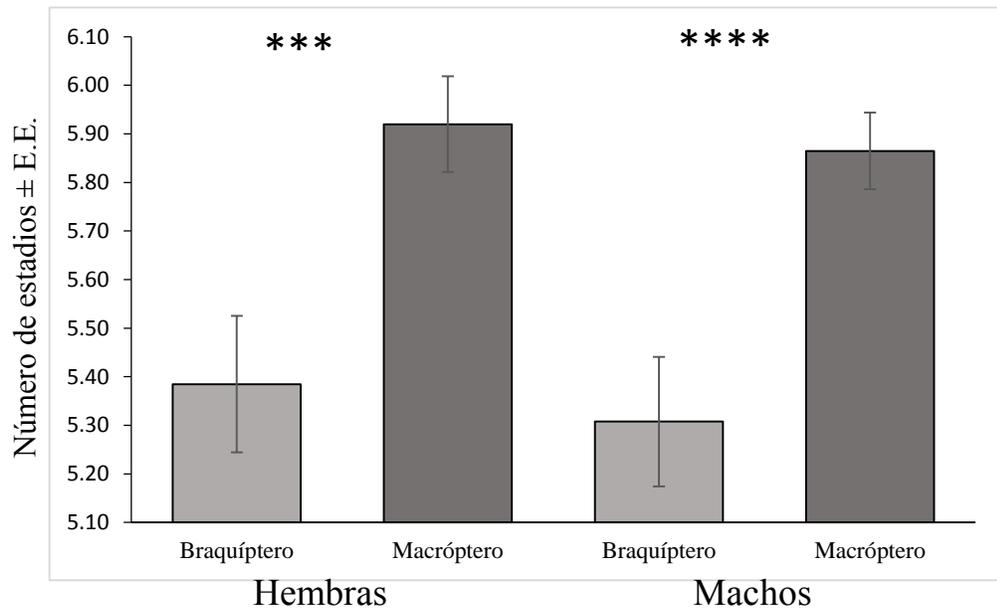


Figura 6. Número de estadios entre macrópteros y braquípteros ($p<0.001$) y los sexos de cada morfo ($p=0.566$) de *Conocephalus ictus*.

6.0 DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, no se encontraron diferencias en el tamaño corporal ni en el tiempo de desarrollo de machos y hembras de *C. ictus*. Sin embargo, los machos y las hembras macrópteros presentaron tiempos de desarrollo mayores, en comparación con braquípteros, aunque contrario a lo esperado, tendieron a desarrollar un mayor tamaño.

Este conjunto de resultados podría sugerir que i) la producción de alas no impacta de manera negativa la canalización de recursos para el desarrollo de otras características, puesto que los macrópteros desarrollaron tamaños corporales mucho más grandes a lo que se esperaba. Además, ii) la ausencia de dimorfismo sexual para organismos macrópteros, así como para braquípteros sugiere que la producción de alas no impacta diferencialmente la expresión de otras características morfológicas presentes en los machos y las hembras. Así mismo, la canalización de recursos asociados a la producción de los músculos de vuelo podría explicar por qué los organismos macrópteros tuvieron un tamaño corporal mayor (García, 1999), presentando un tiempo de desarrollo más tardado en comparación con los organismos braquípteros, puesto que, el desarrollo de estos músculos les podría permitir tener una mayor capacidad para la colonización de nuevos lugares.

Se esperaba que ante un menor desvío de recursos, los machos y hembras braquípteros desarrollaran un tamaño corporal mayor, asociado a un mayor tiempo de desarrollo en comparación con los organismos macrópteros. Sin embargo, la presencia de un menor tamaño corporal podría estar relacionada con que presentan

una mayor fecundidad y éxito reproductivo, debido a que se destinan más recursos energéticos a la producción de huevos y espermatozoides (Steenman, *et. al.*, 2014; Bidau, *et. al.*, 2016).

Cabe destacar que, en insectos, debido a que las presiones selectivas sobre la fecundidad femenina han sido más intensas que la selección sexual sobre el tamaño corporal de los machos, generalmente las hembras tienden a ser más grandes que los machos (Simpson, 2011; Bidau, *et. al.*, 2016). No obstante, en *C. ictus*, a diferencia de un gran número de otras especies de insectos, no existen diferencias en el tamaño corporal entre los sexos, esto se podría explicar porque la selección sexual sobre el tamaño corporal de los machos podría ser más intensa que la selección sobre la fecundidad de las hembras (Cueva del Castillo & Núñez-Farfán 2008). Por otro lado, la formación de las alas funcionales se pudo favorecer por una mayor capacidad para colonizar ambientes con más recursos. Asociada a la capacidad de vuelo la expresión de la musculatura alar y la acumulación de los recursos energéticos requeridos para el vuelo podrían explicar por qué los morfos alares de ambos sexos alcanzan un tamaño corporal más grande (García, 1999). Asimismo, restricciones genéticas y/o energéticas pudieron limitar la evolución de un gran tamaño corporal en las hembras macrópteras (Cepeda, 2013). En este sentido podrían existir trade-offs entre la asignación de recursos a la producción de alas y la asignación de recursos a la producción de huevos, por lo que sería necesario determinar si hay diferencias en la fecundidad de hembras macrópteras y braquípteras (Steenman, *et. al.*, 2014). Si este fuera el caso, se esperaría que la producción de huevos y/o su viabilidad estuviera negativamente relacionada con el

tamaño de las alas. Asimismo, entre mayor tamaño corporal tengan los individuos, el tiempo de desarrollo puede ser más prolongado, esto puede deberse a que los individuos macrópteros al desarrollar alas más grandes, requieren canalizar más recursos a la producción de dichas estructuras, lo cual podría explicar las altas tasas de desarrollo que presentaron los organismos macrópteros (Harshman & Zera, 2007).

7.0 CONCLUSIONES

Conocephalus ictus no presenta dimorfismo sexual en el ancho y largo del tórax, así como en fémur III. Sin embargo, machos y hembras macrópteros tuvieron tórax más anchos y largos, el fémur III más largo y tiempos de desarrollo más elevados que los organismos braquípteros.

El tamaño similar de hembras y machos se podría explicar por una intensa presión selectiva sobre el tamaño de los machos, mientras que, en las hembras, las presiones selectivas asociadas al vuelo podrían restringir la canalización de recursos a la fecundidad, restringiendo la evolución de un gran tamaño corporal. No obstante, en este estudio no se midió la tasa de fecundidad, por lo que se sugiere realizar estudios donde se compare el tamaño y producción de huevos para determinar si existe una relación entre el tamaño y la fecundidad de las hembras de *Conocephalus ictus*.

LITERATURA CITADA

Andersson, M. (1994). Sexual selection. Princeton University Press. New Jersey, E.U.A.

Berger. Entendiendo la relación y beneficios del Peat Moss y la composta en las mezclas de sustrato. Consultado y recuperado el 8 de junio 2022 de: <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/entendiendo-la-relacion-y-beneficios-del-peat-moss-y-la-composta-en-las-mezclas-de-sustrato/>

Bidau, C., J., Taffarel, A., Castillo, E., R. (2016). Breaking the rule: multiple patterns of scaling of sexual size dimorphism with body size in orthopteroid insects. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina. Vol 75(1-2), 11-36.*

Capinera, J. L., Scott, R. D., Walker, T. J. (2004). Field Guide to Grasshoppers, Katydid and Crickets of the United States. Cornell University Press, New York.

Castellanos-Vargas, I. y Z. Cano-Santana. (2009). Historia natural y ecología de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera: Pyrgomorphidae). En A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.) Biodiversidad del Pedregal de San Ángel. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, (337-346), D.F. México.

Cepeda-Pizarro, J., Solange Vega, S., Vázquez, H., Elgueta E. (2003). Morfometría y dimorfismo sexual de *Elasmoderus wagenknechti* (Liebermann) (Orthoptera: Tristiridae) en dos eventos de irrupción poblacional. *Revista Chilena de Historia Natural. Vol 76 (3), 417-435.*

Fernández-Azuara, G. J., Barrientos-Lozano, L., Zaldivar-Riveron, A., Correa-Sandoval, A., Niño-Maldonado, S., Almaguer-Sierra, P. (2018). Diversidad de Tettigonidae (Orthoptera: Ensifera) de las Huasteca de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*. Vol 34 (1), 1-12.

Fontana, P.F., Buzzetli, M., Mariño-Pérez, R. (2008). Chapulines, langostas, grillos y esperanzas de México. Guía Fotográfica. World Biodiversity Association. Italia.

García Barro, E. (1999). Implicaciones ecológicas y evolutivas en el tamaño de los artrópodos. 657-678. Universidad Autónoma de Madrid.

Guerra, P.A. (2011). Evaluating the life-history trade-off between dispersal capability and reproduction in wing dimorphic insects: a meta-analysis. *Biological Review*. Vol 86(4), 813–835.

Harshman, L.G., Zera, A.J. (2007). The cost of reproduction: the devil in the details. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol 22(2), 80–86.

Harrison, R.G. (1980). Dispersal polymorphism in insects. *Annual Review of Ecology and Systematic*. Vol 11, 95-118.

Marañón, T., Camarero, J.J., Castro, J., Díaz, M., Espelta, J.M., Hampe, A., Jordano, P., Valladares, F., Verdú, M., Zamora, R. (2004). Capítulo 3. Heterogeneidad ambiental y nicho de recuperación. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. 66-69. Ministerio del Medio Ambiente, Madrid.

Montealegre, Zapata F. (1997). Estudio de la fauna de Tettigonidae (Orthoptera: Ensifera) del Valle del Cauca. Tesis de licenciatura. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias.

Naskrecki, P. (2000). Katydid of Costa Rica. I. Systematics and Bioacoustics of the Cone-head katydids. The Orthopterists Society and the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia, E.U.A.

Nickle, D.A. (1992). Katydid of Panama (Orthoptera: Tettigoniidae). In *Insects of Panama and Mesoamerica*. 142- 184. Selected Studies, Quintero & A. Aiello. Oxford University Press.

Ortiz-Jiménez, I., Cueva del Castillo, R. (2015). Nuptial gifts and female fecundity in the neotropical katydid *Conocephalus ictus* (Orthoptera: Tettigonidae). *Insect Science*. Vol 22, 106–110.

Rehn, J.A.G. (1903). A contribution to the knowledge of the Orthoptera of Mexico and Central America. *Transactions of the American Entomology Society*. Vol 29 (1), 1-34.

Rivero J. (2013). El dimorfismo sexual. CienciaMx. Consultado y recuperado el 20 de Marzo 2022 de: <http://www.cienciamx.com/index.php/vocabulario/17228-dimorfismo-sexual>

Roff, D. A. (1986). The evolution of wing dimorphism insects. *Evolution*. Vol 40 (5),1009-1020.

Roff, D. A., Fairbairn, D. J., (2007). The evolution of trade-offs: where are we?. *Journal of Evolutionary Biology*. Vol 20(2), 433-47.

Simpson, S.J., Sword, G.A. & Lo N. (2011). Polyphenism in insects. *Current Biology*. Vol 21, 738–749.

Steenman, A, Lehmann, A.W., Lehmann, G.U.C. (2014). Life-history trade-off between macroptery and reproduction in the wing-dimorphic pygmy grasshopper *Tetrix subulata* (Orthoptera Tetrigidae). *Ethology Ecology and Evolution*, Vol 27(1), 93-100.

Stearns, C. Stephen. (2000). Life history evolution: successes, limitations, and prospects. *Naturwissenschaften*. Vol 87, 476–486.

APÉNDICE

Tabla 1. Análisis de varianza anidado de la longitud alar (a), ancho (b) y largo del tórax (c), longitud del fémur III (d) y el tiempo de desarrollo (e) de machos y hembras adultos macrópteros y braquípteros de *C. ictus*. GL: Grados de libertad; SC: Suma de Cuadrados del modelo, CM: Cuadrado Medio del modelo.

1a Tamaño de las alas					
Fuente	GL	SC	CM	F	P
Sexo	1	0.366	0.366	0.103	0.740
Morfo [Sexo]	2	1334.324	667.162	188.595	<0.001
Error	84	297.154	3.538		

1b Ancho del tórax

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Sexo	1	0.152	0.152	0.266	0.607
Morfo [Sexo]	2	7.665	3.832	6.687	0.002
Error	84	48.1429	0.573		

1c Longitud del tórax

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Sexo	1	6.522	6.522	1.701	0.196
Morfo [Sexo]	2	297.896	148.948	38.845	<.0001
Error	84	322.092	3.834		
Total	87	626.510			

1d Fémur III

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Sexo	1	0.544	0.544	0.280	0.598
Morfo [Sexo]	2	31.261	15.630	8.055	0.0006
Error	84	162.989	1.940		

1e Tiempo de desarrollo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Sexo	1	2.978	2.978	0.066	0.799
Morfo [Sexo]	2	691.818	345.909	7.619	0.001
Error	84	3813.336	45.397		

1f Número de estadios

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Sexo	1	0.079	0.079	0.331	0.566
Morfo [Sexo]	2	5.478	2.739	11.414	<0.001
Error	84	20.010	0.238		
