



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Dominancia social y su relación con la coloración  
en *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA:

BIÓL. JUAN MANUEL CARMEN CRISTÓBAL

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Enero de 2014



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Dominancia social y su relación con la coloración  
en *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA:

BIÓL. JUAN MANUEL CARMEN CRISTÓBAL

COMITÉ DE TUTORES:

Dra. María de Lourdes Ruiz Gómez. Tutora Académica  
Dr. Oswaldo Hernández Gallegos. Tutor Adjunto  
Dra. Liliana Berenice D'Alba Altamirano. Tutora Adjunta

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Enero de 2014

## CONTENIDO

DEDICATORIAS .....	3
AGRADECIMIENTOS .....	4
RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
ÍNDICE DE CUADROS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
1 INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Agresividad .....	11
1.2. Relación de la agresividad con la coloración.....	12
1.3. Dominancia .....	12
1.4. Sociabilidad.....	14
1.5. Coloración en reptiles.....	15
1.6. Relación de la coloración con la conducta en lacertilios .....	16
1.7. Generalidades de <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	19
2 JUSTIFICACIÓN.....	21
3 HIPÓTESIS.....	21
4 OBJETIVOS.....	22
5 MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
5.1. Área de estudio.....	23
5.2. Colecta de individuos.....	24
5.3. Evaluación de la conducta .....	25
5.3.1. Agresividad, dominancia y sociabilidad .....	26
5.4. Evaluación de la Coloración.....	27
5.4.1 Patrón de coloración dorsal.....	27
5.4.2 Porcentaje de melanización dorsal.....	28
5.4.3 Evaluación de la coloración RGB.....	29
5.5. Análisis estadísticos .....	29
6 RESULTADOS .....	31
6.1. Análisis conductual.....	31

---



6.1.1	Agresividad y dominancia.....	31
6.1.2	Sociabilidad.....	35
6.1.3	Actividad.....	36
6.2	Coloración.....	38
6.2.1	Porcentaje de melanización dorsal.....	38
6.2.2	Coloración RGB.....	43
7	DISCUSIONES.....	51
7.1	Conducta.....	51
7.1.1	Agresividad y dominancia.....	51
7.1.2	Sociabilidad.....	54
7.1.3	Actividad.....	56
7.2	Coloración.....	57
7.2.1	Porcentaje de melanización dorsal.....	57
7.2.2	Coloración RGB.....	59
8	CONCLUSIONES.....	63
9	LITERATURA CITADA.....	64



## DEDICATORIAS

*A mis padres: María y Eduardo, por ser el ejemplo perfecto de superación, por apoyarme y estar siempre a mi lado, porque siguen siendo inspiración en mi vida diaria y en el logro de mis objetivos; y sobre todo porque sus enseñanzas son la base de mis éxitos.*

*A mis hermanos, por compartir su experiencia que hicieron de mí una mejor persona, por sus palabras de aliento para que yo logre mis objetivos; por ser cómplices y testigos de travesuras, y sobre todo por compartir malos, buenos y excelentes ratos.*

*A mis sobrinos, porque me motivan a ser mejor cada día, su inocencia, ocurrencias y travesuras alegran mis días.*



## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado a través de la beca para estudios de Maestría.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado para la culminación de esta investigación a través de la beca de Tesis posgrado.

Al programa PROMEP por el apoyo para que se llevara a cabo el proyecto PROMEP/103.5/10/4368 del cual esta tesis forma parte.

A la Dra. María de Lourdes Ruíz por aceptar dirigir esta investigación, por sus comentarios, aportaciones, por compartir toda su experiencia científica, y sobre todo por sus consejos personales; muchas gracias amistad.

Al Dr. Oswaldo Hernández y a la Dra. Liliana D'Alba, integrantes de mi comité tutorial, por sus valiosas aportaciones, comentarios y sus atinadas correcciones para hacer mejor esta investigación.

Al mejor equipo de campo que conozco: Lulú, Axel, Carlos y Jair, sin su ayuda no hubiera logrado este trabajo; fueron muy divertidas esas salidas al campo, mil gracias por corretear lagartijas y sobre todo por sus comentarios y opiniones.

A los integrantes del sínodo para mi evaluación profesional: Dra. María de Lourdes Ruiz, Dr. Oswaldo Hernández, Dra. Gisela Granados, Dr. Hermilo Sánchez, Dra. Carla García, Dr. Carlos Mastachi y Dra. Liliana D'Alba, por sus aportaciones para mejorar esta investigación.

A mis mejores amigos: Jair, Carlos y Orlando, por compartir tantas experiencias, por su ayuda, por sus consejos y sus ánimos para poder culminar esta tesis.

A aquellas personas que de una u otra manera colaboraron con la realización de esta investigación, mil gracias por su ayuda.



## RESUMEN

Bajo condiciones en las que individuos de una misma especie comparten recursos como espacio, alimento, parejas, etc. es común observar conflictos entre miembros del grupo, donde las interacciones agresivas conducen al establecimiento de jerarquías sociales. El fenotipo de algunas especies ha evolucionado en respuesta a dichas jerarquías. Específicamente, los lacertilios han desarrollado manchas coloridas y visibles para indicar su capacidad de lucha. En la lagartija *Aspidoscelis costata costata*, los individuos adultos pueden presentar dos patrones de coloración dorsal (moteado y rayado), patrón que cambia ontogenéticamente (el morfotipo moteado corresponde a los individuos más viejos, mientras el rayado a los más jóvenes). En el presente estudio se determinó la conducta agresiva y no agresiva, la dominancia, así como su relación con la coloración del dorso y el abdomen en individuos adultos, machos y hembras de *Aspidoscelis costata costata*. Los resultados indican que la dominancia no depende del sexo de los individuos o de su tamaño, mientras que los individuos dominantes son más agresivos que los subordinados. No se observaron diferencias significativas en la agresividad entre sexos; sin embargo en machos, los individuos moteados son más agresivos, dominantes y activos que los rayados. Por otro lado, las hembras resultaron ser más sociables y con tiempo de actividad mayor que los machos. No se encontraron diferencias en el color del dorso entre sexos, ni entre el patrón de coloración. Sin embargo, los machos presentaron una coloración azul más intensa en el abdomen que las hembras. Por su parte, los machos moteados mostraron el color azul del abdomen más intenso que los machos rayados. Los resultados sugieren que *Aspidoscelis costata costata* establece jerarquías sociales que son independientes del sexo y la talla, pero que muestran asociaciones con su edad y coloración.



## ABSTRACT

Social conflicts often arise when resources like space, food and mates are shared among the members of the group. Aggressive interactions are a common example of conflicts that can lead to the establishment of social hierarchies. Phenotypic signals often evolve in response to this hierarchy formation, potentially as a way to avoid aggression. Lizards for example, have developed colorful spots to indicate their ability to fight. In the lizard *Aspidoscelis costata costata*, individual adults present either of two dorsal color patterns (spotted and striped) that change ontogenetically (older individuals are spotted whereas younger individuals are striped). Here, aggressive and non-aggressive interactions and dominance between individuals from both color patterns were assessed. The differences in the dorsal and abdominal coloration of adults of *Aspidoscelis costata costata* were also characterized. The results indicate that dominance does not depend on the sex or body length of individuals, although dominant individuals were more aggressive than subordinates. Also, there were no differences in aggressiveness between males and females; however, spotted males were more aggressive, dominant and active than striped individuals. On the other hand, females were more sociable and more active than males. There were no differences in the dorsal coloration pattern between males and females, or between their dorsal coloration. However, males showed more intense abdominal blue color than females, and spotted males showed more intense blue than striped males in the abdomen. The results suggest that *Aspidoscelis costata costata* tend to establish social hierarchies that are independent of the sex and size of the individuals, but indicate associations with age and coloration.





## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización en machos y hembras de <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	40
Cuadro 2 . Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización de manera general entre el patrón de coloración dorsal de <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	40
Cuadro 3. Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización de manera general entre dominantes y subordinados de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	41
Cuadro 4. Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización entre machos moteados y rayados de <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	41
Cuadro 5. Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización entre machos dominantes y subordinados de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	42
Cuadro 6. Comparación de agresividad, sociabilidad, actividad y melanización entre el patrón de coloración dorsal en hembras de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	42
Cuadro 7. Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización entre hembras dominantes y subordinadas de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	43
Cuadro 8. Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente de la región superior del dorso en <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	43
Cuadro 9. Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente de la región media del dorso en <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	44
Cuadro 10. Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente de la región inferior del dorso en <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	44
Cuadro 11. Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente de la zona gular de <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	44
Cuadro 12. Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente del pecho en <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	45
Cuadro 13. Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente del abdomen en <i>Aspidoscelis costata costata</i> .....	45
Cuadro 14. Comparación de coloración dorsal (RGB) entre machos y hembras de <i>Aspidoscelis costata costata</i> . Se resalta en negritas los valores que muestran diferencias significativas.....	46

---



Cuadro 15. Comparación de los componentes de coloración dorsal (RGB) entre individuos dominantes y subordinados de *Aspidoscelis costata costata*. .....46

Cuadro 16. Comparación de coloración dorsal (RGB) del cuerpo entre individuos rayados y moteados de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*. En negritas se resaltan las comparaciones que mostraron diferencias significativas. ....47

Cuadro 17. Comparación de los componentes de coloración R, G y B entre el patrón de coloración dorsal en machos de *Aspidoscelis costata costata*. En negritas se resaltan las comparaciones que mostraron diferencias significativas. ....48

Cuadro 18. Comparación de los componentes de coloración R, G y B entre machos dominantes y subordinados de *Aspidoscelis costata costata*. ....48

Cuadro 19. Comparación de los componentes de coloración RGB entre el estatus de las hembras de *Aspidoscelis costata costata*. ....49

Cuadro 20. Comparación de los componentes de coloración RGB entre el patrón de coloración dorsal de las hembras de *Aspidoscelis costata costata*. En negritas se resaltan las comparaciones que mostraron diferencias significativas. ....49

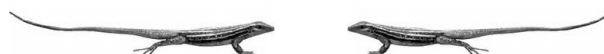


## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> en la localidad de El Zapote en el municipio de Tonatico, Estado de México.....	23
Figura 2. Terrario donde se mantuvieron en cautiverio los individuos de <i>Aspidoscelis costata costata</i> antes de la evaluación conductual. A indica la fuente de luz (lámpara Vita-lite de 17 watts) y B la fuente de calor (foco de 100 watts). .....	25
Figura 3. Terrario experimental utilizado para evaluar las interacciones entre dos individuos de <i>Aspidoscelis costata costata</i> . A indica la fuente de luz (lámpara Vita-lite de 17 watts), B la fuente de calor (foco de 100 watts) y C, la división opaca deslizable.....	26
Figura 4. Diseño del patrón de coloración dorsal en <i>Aspidoscelis costata costata</i> , A) Macho rayado con una LHC de 80.2 mm capturado el 13/07/12. B) Macho moteado con una LHC de 111.4 mm capturado el 26/06/12.....	28
Figura 5. Variedad de despliegues de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> mostrados durante las interacciones con un conespecífico. A y B muestran despliegues agresivos; C, D, E y F representan los despliegues de dominancia; G y H representan la huida y la sumisión características de los individuos subordinados (el individuo subordinado es la lagartija ubicada en el lado izquierdo de la imagen).....	32
Figura 6. Diferencias en agresividad de manera general entre el estatus de los individuos de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> , donde se observa que los individuos dominantes mostraron un mayor número de actos agresivos en comparación con los individuos subordinados ( $W=-130.5$ , $p<0.01$ , $gl= 34$ ).....	33
Figura 7. Diferencias en la agresividad entre los patrones de coloración dorsal en machos de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> . Los machos moteados son más agresivos que los individuos rayados ( $p<0.05$ ).....	34
Figura 8. Diferencias en la agresividad entre estatus en machos de la lagartija <i>Aspidoscelis costata costata</i> . Se muestra que machos dominantes son más agresivos que los individuos subordinados ( $p<0.05$ ).....	34
Figura 9. Sociabilidad en hembras de <i>Aspidoscelis costata costata</i> , se observa claramente como las lagartijas se mantuvieron encimadas y permanecieron así por largos periodos de tiempo.....	35
Figura 10. Diferencias en sociabilidad entre machos y hembras de <i>Aspidoscelis costata costata</i> . Se muestra que las hembras son más sociables que los machos ( $p<0.05$ ).....	36



- Figura 11. Actividad entre machos y hembras de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*, donde se observa que las hembras presentan mayor tiempo de actividad que los machos ( $p < 0.05$ ). .....37
- Figura 12. Diferencias en la actividad en machos de *Aspidoscelis costata costata*. Los machos moteados muestran mayor tiempo de actividad que los machos rayados ( $p < 0.05$ ). .....37
- Figura 13. Diferencias en la actividad entre estatus en machos de *Aspidoscelis costata costata*. Los machos dominantes son más activos que los machos subordinados ( $p < 0.05$ ). .....38
- Figura 14. Porcentaje de melanina en el dorso de individuos rayados y moteados de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*, donde se observa que los individuos rayados presentan mayor cantidad de melanina en el dorso que los individuos moteados ( $p < 0.05$ ). .....39
- Figura 15. Porcentaje de melanización dorsal en machos moteados y rayados de *Aspidoscelis costata costata*. Los individuos rayados presentan mayor cantidad de melanina que los individuos moteados ( $p < 0.05$ ). .....39
- Figura 16. Fotografías de la región ventral de individuos de *Aspidoscelis costata costata*, se observan claramente las diferencias en coloración de la región del abdomen. Los machos presentan una coloración azul más intensa que las hembras, en ambos sexos los individuos moteados suelen tener el color más intenso. .....50



## 1 INTRODUCCIÓN

Por cientos de miles de años, nuestros ancestros observaron animales ansiosamente, aprendiendo los detalles finos de su comportamiento con el fin de dar una explicación a sus observaciones (Alcock 2009). Actualmente, se sabe que la variación en la conducta afecta diferentes características de las estrategias de historia de vida y entre los parámetros conductuales más estudiados se encuentran la agresividad, la dominancia, la sociabilidad, la intrepidez (Reale *et al.* 2007), actividad, determinada como el tiempo en el que un individuo permanece móvil (Sih *et al.*, 2004), etc. De manera particular, diversos estudios sobre conducta animal han demostrado, entre otras cosas, que la señalización del estatus ha evolucionado a través del proceso denominado selección social, que está marcado por los costos y beneficios de la vida en grupos (Wolf *et al.* 2008).

### 1.1. Agresividad

La convivencia entre individuos de una misma especie y el hecho de compartir espacio, alimento u otros recursos, conlleva a conflictos de intereses entre los diferentes miembros de un grupo (Senar 2004). Los enfrentamientos, son la forma más común de resolver las preferencias en la explotación de los recursos. Debido a sus características (físicas, fisiológicas, morfológicas, etc.) algunos individuos ganan la mayoría de los enfrentamientos y de esta manera consiguen acceso a mayores territorios y alimento, elegir pareja o escoger territorio (Senar 2004). Específicamente, la tendencia a atacar a otros individuos ha recibido el nombre de agresión (Sih *et al.* 2004).

En los estudios conductuales, dentro de las respuestas agonistas se distinguen básicamente dos variables: miedo y agresión. Estas variables son los factores principales que ayudan a explicar la agresividad entre los individuos, los cuales llegan a ser factores independientes (Francis 1988). La agresividad genera costos y beneficios por lo que un individuo debe estimar ambos para maximizar los beneficios netos. De manera particular, los machos que frecuentemente participan en interacciones agonísticas pueden incurrir en mayores costos energéticos y de



supervivencia (Aragón 2001). Por ejemplo, se ha observado que a los machos de la lagartija *Sceloporus jarrovi* que se les adiciona testosterona, participan en más interacciones agonísticas y dedican menos tiempo a alimentarse, lo que supone una disminución en la acumulación de reservas y en la tasa de crecimiento, así como un aumento en el riesgo de depredación (Marler y Moore 1988).

### 1.2. Relación de la agresividad con la coloración

Estudios sobre la relación entre la agresividad y la conducta reproductora pueden ayudar a comprender el significado adaptativo de la agresión o la territorialidad en función de algunos factores por ejemplo, la coloración (Martín y Forsman 1999). La hipótesis de señalización del estatus predice que la coloración actúa como una señal que realza la habilidad para la lucha del macho haciendo que su estatus sea fácilmente identificable. Así, los machos jóvenes subordinados normalmente retrasan el desarrollo de la coloración nupcial hasta una estación reproductora posterior y adoptan estrategias reproductoras alternativas (Martín y Forsman 1999). Si los machos pueden señalar su habilidad para la lucha a través de la coloración, éste sería un mecanismo ventajoso para reducir la frecuencia de los encuentros agresivos y no agresivos.

### 1.3. Dominancia

La dominancia es una palabra clave en la mayoría de los estudios sobre el comportamiento social en animales gregarios y ha contribuido enormemente a nuestra comprensión de la estructura social (Drews 1993). Términos como ganador, perdedor, sumiso, subordinado y agresión son parte del léxico que rodea el concepto de dominancia. La dominancia se define como un atributo de los patrones de interacciones agonísticas repetidas entre dos individuos, que se caracterizan por el resultado consistente a favor del mismo miembro al dar una respuesta predeterminada a su oponente y que tiene como resultado a un ganador (dominante) y a un perdedor (subordinado) (Drews 1993). Por lo tanto, la agresión y la dominancia social están estrechamente relacionadas y muchos autores utilizan la agresividad como un sinónimo o una medida de la dominancia,



ya que ésta se manifiesta generalmente con mayor frecuencia en los individuos dominantes (Francis 1988). Sin embargo, algunos estudios han registrado que los niveles de agresividad no siempre están correlacionados con la dominancia, tal es el caso del pez paraíso (*Macropodus opercularis*) en el que individuos dominantes y subordinados presentan niveles de agresión muy similares (Francis 1983).

El estudio de las interacciones individuales en una población ayuda entender la estructura social, ya que las relaciones de dominancia resultan de varios tipos de conflictos entre individuos donde los ganadores generalmente obtienen acceso a los recursos, mientras que los individuos subordinados suelen estar limitados en recursos (Francis 1988; Drews 1993). En muchos taxa, particularmente los machos forman territorios de los que excluyen a sus conespecíficos del mismo sexo (Andersson 1994). El mantenimiento de estos territorios ofrece a los ocupantes el acceso a los recursos que a menudo son cruciales para la supervivencia y la reproducción. Los individuos dominantes se identifican como tal por su capacidad para ganar peleas y defender agresivamente territorios deseables para acceder a las hembras. Algunos de los recursos que se defienden agresivamente son alimento, pareja, sitios de anidación y aspectos físicos del entorno necesarios para mantener la homeostasis y evitar depredadores (Andersson 1994; Farrell y Wilczynski 2006). Bajo condiciones naturales, la posición dominante a menudo significa un mayor acceso a las hembras y por lo tanto, mayores oportunidades de apareamiento, así como un mayor acceso a otros recursos como el alimento (Plavicki *et al.* 2004).

La forma de evaluar la dominancia varía entre especies y grupos animales. En particular, en lacertilios como *Urusauros ornatus* y *Anolis cristatellus* la dominancia se ha determinado a través de la expresión de despliegues (cuerpo erguido o arqueado), flexiones, persecuciones, huidas, cortejo y enfrentamientos (Carpenter y Grubits 1960; Perry *et al.* 2004), mientras que en *Egernia whitii* ha sido evaluado a través de la agresividad y los despliegues (While *et al.* 2009).

Ejemplos de dominancia y su relación con características físicas de los individuos se han registrado en varias especies de vertebrados, incluyendo



mamíferos, peces y aves. Por ejemplo, en *Branta bernicla bernicla* la dominancia está relacionada con la talla y la masa corporal donde los individuos más grandes y de mejor condición son dominantes sobre los más pequeños (Poisbleau *et al.* 2006), y en *Erythrura gouldiae* y *Cyanistes caeruleus* se observó que los individuos con coloración más intensa son dominantes (Pryke y Griffith 2006; Midamegbe *et al.* 2011).

#### 1.4. Sociabilidad

La sociabilidad es un atributo de la conducta escasamente estudiado; sin embargo, se cree que puede afectar fuertemente la dinámica de las poblaciones (Cote y Clobert 2007; Reale *et al.* 2007; Cote *et al.* 2008). Es una característica donde los individuos experimentan un grado de tolerancia social (Cote *et al.* 2008) y tienden a buscar interacciones no agresivas con otros individuos (Sih *et al.* 2004); por lo tanto, los individuos más agresivos tienden a ser los menos sociables (Rodríguez-Prieto *et al.* 2011).

Estudios recientes sobre la evolución del altruismo, la sociabilidad y la dispersión sugieren una asociación entre estos parámetros (Ims 1990; Sinervo y Clobert 2003; Le Galliard *et al.* 2005; Schtickzelle *et al.* 2009). Por ejemplo, en mamíferos, las hembras de *Marmota flaviventris* que muestran interacciones afiliativas con más individuos y aquéllas que fueron integradas socialmente en grupos, fueron menos propensas a dispersarse (Blumstein *et al.* 2009); mientras que en el pez *Gambusia affinis* se mostró que la sociabilidad es un importante indicador de la distancia de dispersión y ésta sesga la dispersión frente a una invasión (Cote *et al.* 2010a).

En lagartijas, un estudio realizado en *Lacerta vivipara* demostró que la tolerancia social es constante a lo largo del tiempo y refleja claramente la dispersión de los individuos y las pautas de asentamiento respecto a la densidad poblacional, donde la conducta social existe e influye en la dispersión (Cote *et al.* 2008). Además, las diferencias individuales en la sociabilidad afectan el uso del espacio, migración y adecuación, y las hembras se habitúan más rápido que los





machos (Rodríguez-Prieto *et al.* 2011). También se ha observado que las hembras sociables tienen mayor probabilidad de quedar grávidas, independientemente de su longitud hocico cloaca (LHC) (Le Galliard *et al.* 2005).

### 1.5. Coloración en reptiles

Los animales utilizan una gran variedad de señales para comunicar aspectos de su condición social o reproductora (Andersson 1994). Los colores pueden ser muy vistosos cuando sirven como marcas de reconocimiento o señales de aviso, o pueden ser crípticos cuando se utilizan como camuflaje (Hickman *et al.* 2001). En muchos vertebrados como aves y lagartijas, manchas coloridas y visibles se han desarrollado para indicar la capacidad de lucha de los individuos (Whitfield 1987).

En particular, la coloración conspicua es una señal visual importante que se ha estudiado en una amplia variedad de taxa y bajo varios contextos conductuales incluyendo la elección de pareja, competencia entre individuos del mismo sexo y también en la identificación de especies (Cooper y Greenberg 1992).

En lagartijas, el color corporal juega un papel importante en la comunicación de diversas señales intraespecíficas, así como en la protección mediante coloraciones y patrones de coloración que hacen a un animal menos conspicuo para depredadores que detectan a sus presas mediante la vista (Cooper y Greenberg 1992). Los machos de muchas especies muestran cierta coloración durante la temporada de apareamiento y reproducción que puede funcionar como indicador social; además, la coloración también suele ser importante en el dimorfismo sexual y por ende para la selección sexual. Muchas lagartijas entre ellas especies de la familia Teiidae, despliegan una amplia gama de colores brillantes (usados en cortejo) (Cooper y Greenberg 1992).

El patrón de coloración de una especie es más o menos constante; sin embargo, en algunos casos existen cambios en la coloración con variaciones estacionales o diferencias entre las coloraciones de los jóvenes y adultos por ejemplo en la lagartija *Aspidoscelis costata costata* (Hernández-Gallegos y



Domínguez-Vega 2012). El cambio de color es un tipo de respuesta antidepredatoria flexible que ha recibido relativamente poca atención porque puede ser difícil de cuantificar. Sin embargo, éste puede ser un mecanismo particularmente efectivo ya que puede permitir a los animales alterar su apariencia en respuesta a condiciones ambientales cambiantes.

En cuanto a los mecanismos que confieren diferentes tonalidades de coloración, la coloración ventral azul requiere tanto el reflejo de longitudes de onda de la luz corta (azul) por sus iridóforos superficiales y la absorción de otras longitudes de onda por la melanina dispersa en la que subyacen los melanóforos; mientras que la coloración ventral oscura requiere sólo el último mecanismo para su expresión (Cooper y Greenberg 1992; Morrison *et al.* 1995; Hews y Quinn 2003). Coloraciones oscuras se deben a la deposición de pigmentos de melanina y en vertebrados el grado de oscuridad se asocia pleiotrópicamente con el comportamiento sexual, la agresividad, la resistencia a los factores estresantes y la masa corporal (Ducrest *et al.* 2008). Por ejemplo, muchas aves desarrollan manchas negras o pardas en las plumas que sirven como señales de la calidad del macho o la capacidad agresiva (Hill 2006; Senar 2006). Por lo tanto, se puede inferir que los individuos pueden utilizar a la coloración de melanina como una señal sexual o social.

Las mediciones de los componentes del color en sistemas digitales RGB (Red, Green, Blue) han demostrado estar positivamente correlacionados con valores de espectrofotometría y la fotografía digital tiene muchas ventajas más para la medición del color (Rowe *et al.* 2006; McGaugh 2008; Sacchi *et al.* 2013). Además, la fotografía digital es una herramienta efectiva en el análisis de coloración y es una alternativa a la espectrofotometría debido a la flexibilidad y a la aparente resolución y precisión de las imágenes digitales (Sacchi *et al.* 2013).

### **1.6. Relación de la coloración con la conducta en lacertilios**

A diferencia de la coloración ventral, la coloración dorsal es capaz de cambiar fisiológicamente a corto plazo, donde los cambios fisiológicos son dependientes de



la temperatura ya que se ha mostrado que diferencias en termorregulación están asociadas con colores más oscuros en la piel (Sherbrooke *et al.* 1994; Castrucci *et al.* 1997). Sin embargo, aún no se conoce bien el mecanismo fisiológico que relaciona a la dominancia con la coloración el cual puede cambiar por temporada, actividad reproductora (individuos reproductores e individuos no reproductores) y estatus social (dominantes frente a subordinados) (Smith y John-Alder 1999). Por otra parte, se sabe que diferencias en los patrones de coloración en lagartijas y serpientes afectan el comportamiento antidepredatorio, ya que individuos con patrones de coloración moteado o manchado son menos visibles y basan su defensa en el ocultamiento y la agresividad. En contraste, los individuos rayados son más visibles aunque su velocidad y dirección hacen imposible su seguimiento (Jackson *et al.* 1976; Creer 2005; Hawlena *et al.* 2006).

En reptiles, la comunicación mediante señales cromáticas está bien desarrollada especialmente en saurios ya que la mayoría son diurnos y terrestres. Los colores llamativos de los machos se presentan principalmente durante los despliegues sexuales y agresivos en varias familias (Cooper y Greenberg 1992). Numerosos estudios en lagartijas sugieren que la coloración puede ser importante en el comportamiento agresivo en los géneros *Anolis*, *Crotaphytus*, *Lacerta*, *Pseudemoia*, *Sauromalus*, *Sceloporus*, *Urosaurus* y *Uta* (Carpenter y Grubits 1960; Cooper y Vitt 1987; Baird *et al.* 1997; Smith y John-Alder 1999; Summers *et al.* 2004; Martín y López 2009). Además, se sabe que la defensa de territorios por los machos depende de un polimorfismo en el color ventral que se expresa cuando los individuos maduran sexualmente y que está relacionada con algunos patrones conductuales. La teoría de estrategias evolutivas en *Uta stansburiana*, el cual es un sistema que ha sido representado como un juego de piedra, papel o tijeras, establece que los machos que muestran una coloración gular anaranjada (piedra) vencen a los machos de coloración azul (tijeras), estos vencen a su vez a los amarillos (papel) y estos últimos a los anaranjados. Por lo anterior, éste proceso genera una dinámica de selección dependiente de la frecuencia, por lo que conocer la abundancia de cada morfotipo es importante, ya que la frecuencia relativa de los morfotipos puede fluctuar a corto plazo para mantener ciclos estables y dinámicos en una ventana temporal mayor (Sinervo y Lively 1996).



En varias especies se ha encontrado una relación entre la coloración y la dominancia donde los individuos dominantes suelen ser más coloridos (colores brillantes e intensos). Por ejemplo, en *Sceloporus undulatus* durante la temporada de reproducción los machos que poseen una raya dorsal integumentaria más pronunciada responden con agresiones, realizando despliegues con mayor frecuencia como movimientos de cabeza y flexiones (Smith y John-Alder 1999). Aunado a ello, los machos con tallas más grandes presentan colores más oscuros tanto en el pecho, el abdomen, la región gular y el dorso (Langkilde y Boronow 2010). En *Pseudemoia entrecasteauxii*, los machos con coloración ventral anaranjada son más agresivos y dominantes que los machos con coloración ventral blanca (Stapley 2006); mientras que en las lagartijas *Crotaphytus collaris*, *Uta stansburiana* y *Sceloporus undulatus* los machos con colores más brillantes y tallas más grandes son dominantes (Baird *et al.* 1997). Por su parte, en *Psammodromus algirus* los machos con colores más intensos en la cabeza y abdomen (anaranjado) y con tallas más grandes son dominantes sobre machos jóvenes y pequeños (Martín y Forsman 1999). Asimismo, en la lagartija *Lacerta monticola*, se evaluó la relación entre el número de motas azules en la parte lateral del cuerpo con algunas características morfológicas y conductuales, donde los machos con una mayor presencia de motas azules son más agresivos y dominantes que los machos con una menor densidad de motas (López *et al.* 2004). En *Lacerta schreiberi*, la variación interindividual en la coloración está relacionada con la variación morfológica, dominancia y apareamiento ya que los machos dominantes presentan mayor brillo en la coloración azul, valores ultravioleta más altos y colores más oscuros en el dorso que los machos subordinados (Martín y López 2009).

Por otro lado en *Anolis carolinensis*, los machos más agresivos presentan diferentes conductas y éstas van en aumento conforme adquieren experiencia al defender un territorio (Farrell y Wilczynski 2006), mientras que las manchas oculares indican la posición social (Summers y Greenberg 1994) en la que los machos dominantes presentan una mancha ocular más evidente (Summers y Greenberg 1994; Larson y Summers 2001). Por otra parte, en agámidos la coloración está sujeta a cambios fisiológicos rápidos que tienen una función en la señalización territorial (Healey y Olsson 2007). Además, se ha determinado que los



camaleones de los géneros *Chamaleo* y *Brookesia* exhiben una coloración brillante durante las conductas agresivas (Parcher 1974). Algunos estudios también han demostrado que machos de geckos diurnos de los géneros *Phelsuma* y *Lygodactylus* muestran una coloración brillante cuando son propietarios del territorio o cuando son dominantes en los terrarios (Cooper y Greenberg 1992). Asimismo, un estudio llevado a cabo en *Eumeces laticeps* demostró que los machos respondieron de forma mucho más agresiva hacia las hembras que experimentalmente tenían la cabeza pintada emulando la coloración anaranjada de los machos (Cooper y Vitt 1987). Además, en *Psamodromus algirus* se demostró que desarrollar la coloración que adoptan los machos grandes es costosa para los machos pequeños jóvenes, ya que cuando los machos jóvenes son pintados como los machos grandes son atacados por los últimos (Martín y Forsman 1999).

### **1.7. Generalidades de *Aspidoscelis costata costata***

Características morfológicas y ecológicas, como: cuerpo alargado, heliotérmicas, elevada temperatura corporal, terrestres y uso de hábitats preferentemente abiertos, son compartidos en los géneros de la familia Teiidae (Vitt y Pianka 2003). El género *Aspidoscelis* se distribuye desde el Norte de Estados Unidos hasta Costa Rica (Reeder *et al.* 2002); de manera particular, podemos encontrar en el Estado de México a 5 especies: *A. communis*, *A. costata*, *A. deppii*, *A. gularis* y *A. sackii* (Aguilar *et al.* 2009). *Aspidoscelis costata* contiene ocho subespecies, de las cuales la más sureña es *Aspidoscelis costata costata* (Cope 1878; (Maslini y Secoy 1986). Esta se distribuye en el Estado de México, Guerrero, Morelos, Puebla y Tlaxcala en la cuenca alta del Río Balsas (Duellman y Zweifel 1962; Maslini y Secoy 1986; Rodríguez-Romero *et al.* 2003).

*Aspidoscelis costata costata* es una lagartija de forrajeo activo, ovípara, que presenta un éxito de eclosión bajo (Pérez-Almazán, 2011), habita principalmente en el suelo en áreas abiertas de selva baja caducifolia, selva baja subperennifolia espinosa y selva mediana subcaducifolia (Castro y Bustos 2003). Diferentes estudios revelan que la reproducción de la especie es estacional y abarca el final de la época de sequía e inicios de la época lluviosa (Hernández-Hernández 2010;



Benítez-Dolores 2011; López-Moreno 2011; Granados-González *et al.* 2013). Se conoce que las lagartijas alcanzan la madurez sexual a los 68 mm de LHC en hembras (Hernández-Hernández 2010), y los machos a los 67 mm (Granados-González *et al.* 2013). Asimismo, las lagartijas de la zona presentan una dieta que está constituida básicamente por invertebrados pequeños, principalmente insectos (Muñoz-Manzano 2010).

Se sabe que las crías presentan diferencias individuales en la conducta (personalidad), las cuales están relacionadas con la temporada en la cual eclosionan. Las crías tardías presentan mayor flexibilidad conductual mientras que las crías tempranas son más rígidas en su conducta (Heredia-Morales, 2012).

Asimismo, se ha observado que la coloración dorsal de *Aspidoscelis costata costata* varía temporalmente. Durante la temporada de sequía, las lagartijas muestran una coloración dorsal parda mientras que durante lluvias el mismo individuo presenta una coloración dorsal verde. Se ha sugerido que la variación del color dorsal se ajusta al cambio en el color del sustrato lo que proporciona una apariencia críptica a las lagartijas (Hernández-Gallegos y Domínguez-Vega 2012). Además, el patrón de coloración dorsal también cambia ontogenéticamente, en crías y juveniles es rayado mientras que en los adultos más viejos suelen ser moteados (observaciones personales).



## 2 JUSTIFICACIÓN

Las características conocidas a la fecha sobre la biología de la lagartija *Aspidozelis costata costata* la convierten en una especie excelente para examinar los mecanismos que actúan en su ecología, sobre todo por que es una especie endémica a México. Por lo cual, el presente trabajo coadyuvará a sentar bases para estudiar áreas de investigación poco exploradas, como la conducta y la coloración en especies de lacertilios mexicanos. En particular, pocos trabajos se han enfocado al estudio de la conducta social en lagartijas y su relación con la coloración, por lo tanto este estudio ayudará a entender el papel de la coloración dentro de las estructuras sociales y aunado al conocimiento biológico actual de la especie, se sentarán las bases para establecer futuras propuestas de manejo y conservación, y así potencialmente emplear a esta especie como modelo para estudios de dominancia social y coloración en otros saurios.

## 3 HIPÓTESIS

*Aspidozelis costata costata* presenta patrones de dominancia social y agresividad relacionados con su coloración donde los individuos con mayor edad y con colores más intensos serán dominantes y más agresivos que los individuos de menor edad. Por su parte las hembras serán más sociables que los machos posiblemente en respuesta a una mayor inversión parental.



## 4 OBJETIVOS

### General

- Evaluar la relación entre conducta (dominancia, sociabilidad, agresividad y actividad) y coloración (patrón de coloración dorsal, melanización y coloración RGB) en *Aspidoscelis costata costata*.

### Particulares

- Comparar la dominancia y agresividad y en machos y hembras de *Aspidoscelis costata costata*.
- Comparar la sociabilidad en machos y hembras de *Aspidoscelis costata costata*.
- Comparar los niveles de actividad en machos y hembras de *Aspidoscelis costata costata*.
- Caracterizar el porcentaje de melanización en el dorso de las lagartijas rayadas y moteadas.
- Comparar la coloración RGB dorsal y ventral en machos y hembras de *Aspidoscelis costata costata*.

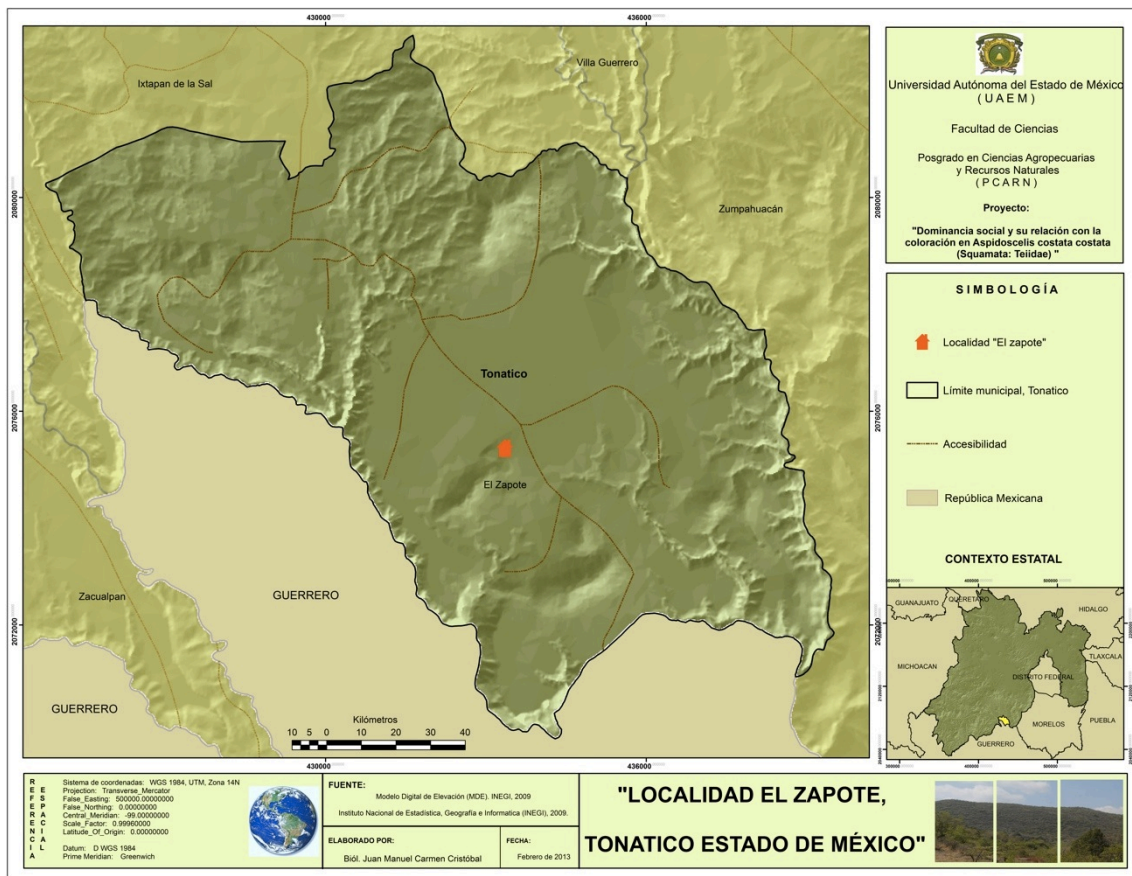




## 5 MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Área de estudio

La zona de estudio se encuentra en el Km 10 de la carretera 55, en la localidad denominada El Zapote dentro del municipio de Tonatico, Estado de México, México. Se ubica entre las coordenadas 99° 37' de longitud oeste y 18° 45' de latitud norte, y presenta una altitud entre los 1500 y 1600 msnm (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio de la lagartija *Aspidoscelis costata costata* en la localidad de El Zapote en el municipio de Tonatico, Estado de México, México.

El tipo de vegetación que predomina en la región es la selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y áreas agrícolas temporales (Vázquez y Priciliano 1999; INEGI 2007). El clima es semicálido subhúmedo, con abundantes lluvias en verano y con un porcentaje de precipitación anual entre los 1000 y 1100 mm y una temperatura media anual de 28 °C (INEGI 2007). Existe



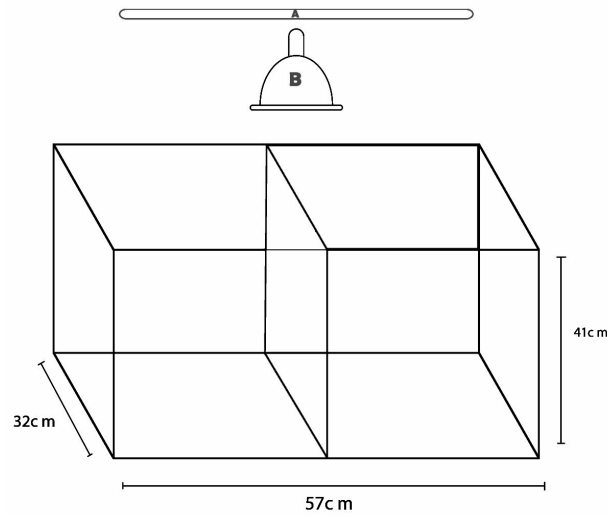
estacionalidad marcada especialmente por la precipitación, en la cual las lluvias se presentan del mes de junio al mes de septiembre, aunque también se presentan variaciones interanuales donde la temporada de lluvias puede abarcar desde el mes de mayo e inicios de octubre (Hernández-Gallegos y Domínguez-Vega 2012).

## 5.2. Colecta de individuos

Se capturaron 36 individuos adultos durante los meses de abril a septiembre de 2011 y 2012. Las lagartijas se capturaron con una trampa de malla de alambre y de cada individuo se registró el número de individuo, fecha y lugar de captura. Posteriormente fueron colocados en sacos de tela y transportados a cautiverio. Para cada individuo se tomó la LHC con un vernier digital (0.01 mm) Mitutoyo® y el peso con una balanza de resorte (0,1 g) PESOLA®.

Las lagartijas colectadas fueron mantenidas individualmente en terrarios de plástico (57 cm L X 41 cm A X 32 cm H) provistos de *Peat moss* como sustrato, una roca que era utilizada como refugio y lámparas de calor y luz natural (Figura 2). Cada terrario estaba dividido a la mitad con la finalidad de mantener a dos individuos por contenedor. Se proporcionó luz de similar longitud de onda a la natural mediante el uso de lámparas Vita Lite® de 17 watts a 35 cm de altura y como fuente de calor se utilizaron focos incandescentes de 100 watts a 32 cm de altura; ambas fuentes se programaron para estar encendidas durante un periodo de 8 horas (9:00 a 17:00 horas), lo que coincidió con los horarios de actividad registrados para *Aspidoscelis costata costata* en el sitio de estudio (Rubio-Blanco 2011). Los individuos fueron alimentados con larvas de tenebrio (*Tenebrio* spp.) y grillos (*Acheta domestica*), se les suministró agua *ad libitum* en recipientes y por rociado del sustrato y se revisó su estado de salud diariamente. Cada individuo se mantuvo bajo estas condiciones por al menos dos semanas antes de comenzar la evaluación de la conducta con la finalidad de que se aclimataran a las condiciones de cautiverio y que se encontraran en óptimas condiciones al momento de los experimentos. Una vez terminados los experimentos, cada individuo fue marcado por ectomización de falanges y regresado al sitio de colecta.



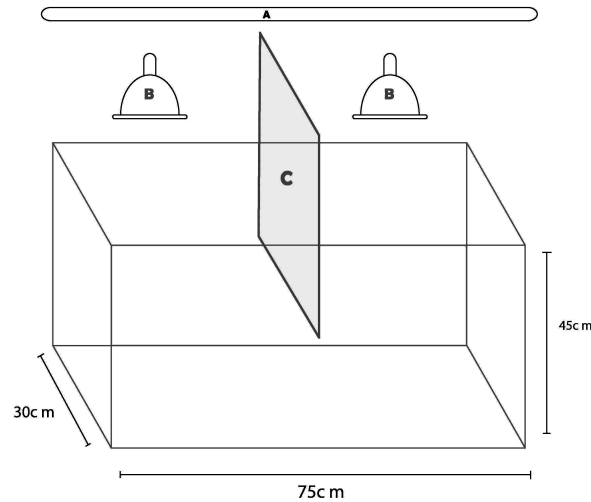


**Figura 2.** Terrario donde se mantuvieron en cautiverio los individuos de *Aspidoscelis costata costata* antes de la evaluación conductual. **A** indica la fuente de luz (lámpara Vita-lite de 17 watts) y **B** la fuente de calor (foco de 100 watts).

### 5.3. Evaluación de la conducta

Los experimentos se realizaron de 9:00 a 17:00 hrs., que coincide con el periodo de actividad registrado para la especie en la zona de estudio (Rubio-Blanco 2011). Las interacciones de las lagartijas se evaluaron en un terrario de vidrio (75 cm L X 30 cm A X 45 cm H). El terrario estaba cubierto con papel bond blanco por la parte exterior para evitar perturbaciones a las lagartijas provocadas por el observador, mientras que el interior se forró con papel albanene para evitar que el reflejo de la lagartija en las paredes del terrario interfiriera con su respuesta conductual. El terrario fue equipado con una lámpara Vite Lite® de 17 watts y dos focos incandescentes de 100 watts que proporcionaban luz y calor respectivamente (Figura 3). El terrario tenía una división opaca deslizable a la mitad que lo dividía en dos secciones, al iniciar las pruebas conductuales la división era cuidadosamente retirada para permitir a las lagartijas interactuar.





**Figura 3.** Terrario experimental utilizado para evaluar las interacciones entre dos individuos de *Aspidoscelis costata costata*. **A** indica la fuente de luz (lámpara Vita-lite de 17 watts), **B** la fuente de calor (foco de 100 watts) y **C**, la división opaca deslizable.

### 5.3.1. Agresividad, dominancia y sociabilidad

Para determinar los niveles de agresividad y dominancia se realizaron pruebas conductuales entre pares de lagartijas formados aleatoriamente bajo los siguientes criterios: con diferentes patrones de coloración dorsal (rayado vs moteado) y entre machos y entre hembras por separado. Cada lagartija fue colocada en una de las secciones del terrario experimental 20 minutos antes de comenzar el experimento para permitir su aclimatación y termorregulación adecuada, así como la posibilidad de establecer un territorio. La temperatura de cada individuo fue medida a 50 cm de distancia en la parte dorsal de la lagartija con un termómetro digital infrarrojo (Fluke 62 ®), al momento de los experimentos todas las lagartijas se encontraban alrededor de su temperatura preferida (38 °C). Posteriormente, se retiró la división opaca para permitir a ambos individuos interactuar libremente dentro del terrario. La conducta fue grabada con una videocámara durante 60 min. Los videos se analizaron posteriormente para determinar la respuesta conductual de los individuos. Las interacciones observadas fueron clasificadas en agresivas y no agresivas; las interacciones agresivas consistieron en el conteo del número de mordidas e intentos de mordidas que las lagartijas realizaron a su oponente y las interacciones no agresivas consistieron en aquellos contactos en donde ninguna de las lagartijas mostraba reacción agresiva alguna al acercamiento de la otra (Stapley



2006). Asimismo, a cada individuo se le registró el tiempo de actividad durante el experimento (tiempo en el que un individuo permanece móvil) el cual fue contado en segundos. También se determinó la dominancia o estatus de los individuos, donde el individuo dominante era aquel que no permitía la aproximación del individuo subordinado, generalmente a través de despliegues (cuerpo arqueado y movimientos de cabeza) persecuciones y mordidas (Carpenter y Grubits 1960; Baird *et al.* 1997; Stapley 2006). La posición del individuo subordinado fue generalmente permanecer inmóvil además de huir, los dominantes pudieron o no mostrar despliegues e iniciar la persecución (Carpenter y Grubits 1960).

#### 5.4. Evaluación de la Coloración

Para determinar cuantitativamente la coloración de cada individuo se tomaron fotografías con una cámara digital de alta resolución de manera estandarizada, a una distancia de 25 cm de altura en un set fotográfico (caja con fondo blanco y luz blanca), en la cual se colocó a cada lagartija en vista dorsal y ventral, usando a un costado una placa guía de colores (Pantone®) como referencia. Las fotografías utilizadas se almacenaron en formato JPEG en el nivel de calidad de compresión más alta disponible en la cámara.

##### 5.4.1 Patrón de coloración dorsal

Se realizó una clasificación de los individuos entre los morfotipos rayados (Hembras=12; Machos=13) y moteados (Hembras=3; Machos=8) según las siguientes características: una lagartija se consideró rayada (Figura 4A) cuando presentaba tres pares de rayas o franjas en tonos claros sobre la región del dorso, que van desde la cabeza hasta el inicio de la cola; de la cual, un par se localiza en la parte superior del dorso y se extienden a partir de la escama parietal. Los otros dos pares se localizan en la región dorsolateral que inician a la altura del ojo de la lagartija; entre las rayas claras se forma otra línea negra que puede presentar ligeros puntos o manchas de colores claros; este patrón de coloración es observado en crías, juveniles y adultos jóvenes, mientras que en adultos viejos las líneas cambian por motas oscuras (Duellman y Zweifel 1962; Butterfield *et al.* 2009).



Por otro lado, una lagartija moteada (Figura 4B) es aquella cuyo patrón de coloración se caracteriza por la presencia de puntos o manchas. En este tipo de coloración las rayas laterales dejan de ser tan evidentes ya que son ocupadas por motas muy pronunciadas. En machos suele ser más evidente que en hembras (Duellman y Zweifel 1962).



**Figura 4.** Diseño del patrón de coloración dorsal en *Aspidoscelis costata costata*, **A)** Macho rayado con una LHC de 80.2 mm capturado el 13/07/12. **B)** Macho moteado con una LHC de 111.4 mm capturado el 26/06/12.

#### 5.4.2 Porcentaje de melanización dorsal

Se analizó el porcentaje de melanina con las fotografías del dorso de la lagartija (región entre las extremidades anteriores y posteriores) empleando el programa ImageJ. Mediante la herramienta análisis de partículas, se obtuvo la proporción de melanina; es decir, el porcentaje que ocupa el color negro en el



dorso de la lagartija. Este análisis requiere que las imágenes estén disponibles en formato de 8-bit.

### 5.4.3 Evaluación de la coloración RGB

La cuantificación del color se realizó con Adobe PhotoShop CS5.1 que ofrece resultados cuantitativos de cualquier color en términos RGB (Red, Green y Blue por sus siglas en inglés) (Dale 2000; Bergman y Beehner 2008; Sacchi *et al.* 2013). Todos los valores de color fueron estandarizados y normalizados. Para ello, una vez cargada la fotografía en el software se ajustaron los niveles de entrada con el gotero blanco en la fotografía, con la herramienta cuentagotas se seleccionó cada parte a cuantificar y se usaron únicamente los valores de R, G, y B; se usó el promedio de 10 repeticiones en cada sección a cuantificar. Para estandarizar con la guía Pantone® se evaluó el color RGB del color amarillo, rojo y azul y se tomó el promedio de todas las fotografías analizadas para cada color y para cada componente (promedio de R, G y B de todas las fotografías por cada color de la guía Pantone®). Para normalizar los valores de la guía Pantone® se realizó una división de cada valor entre el promedio de cada categoría, se realizó el promedio RGB de los tres colores Pantone® para cada individuo. Finalmente, se aplicó el factor de corrección que consistió en dividir cada valor del color deseado entre el promedio de cada individuo.

Para cuantificar la coloración de la región dorsal, ésta se dividió en tres secciones: la región superior que abarca la zona del cuello (entre la cabeza y las extremidades anteriores), la región media (entre las extremidades anteriores y la mitad del dorso) y la región inferior (de la mitad del dorso hasta la altura de las extremidades posteriores). Únicamente se cuantificó sobre la parte central del dorso no tomando en cuenta el color negro. La región ventral se dividió en tres secciones (gular, pecho y abdomen).

## 5.5 Análisis estadísticos

Se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-



Smirnov (Zar 1999). Posteriormente, se realizaron regresiones simples para determinar la relación de las variables evaluadas de conducta y coloración con la LHC. Todos los datos RGB fueron reducidos usando un Análisis de Componentes Principales (PCA), los valores resultantes se usaron para análisis comparativos. Se aplicó una prueba de Wilcoxon para comparar la agresividad y sociabilidad (número de actos no agresivos), y una t de Student para el tiempo de actividad, porcentaje de melanización, y coloración RGB (Zar 1999). Para los análisis se tomó como variable de comparación el sexo, patrón de coloración dorsal y el estatus. Los análisis se hicieron tanto para machos como para hembras, así como de manera general, a un nivel de confianza del 95% mediante el programa Statgraphics Centurion.

Por otra parte, se realizó una prueba de  $X^2$  para comparar la proporción de individuos dominantes moteados y rayados, esta prueba sólo se realizó para machos debido a la baja muestra de hembras moteadas obtenida (3 individuos) (Zar 1999).





## 6 RESULTADOS

### 6.1 Análisis conductual

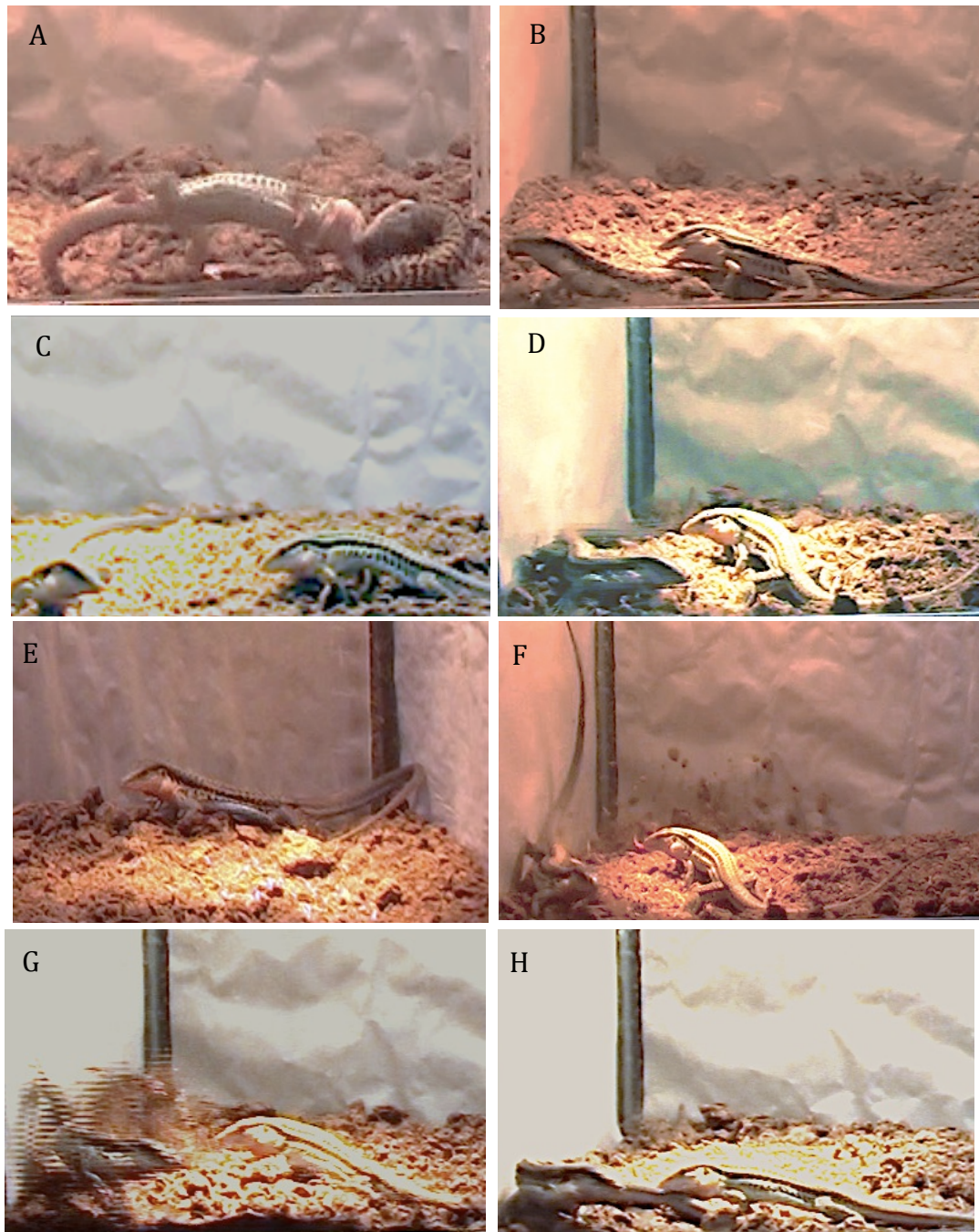
#### 6.1.1 Agresividad y dominancia

Se colectaron un total de 36 individuos adultos, 21 machos y 15 hembras.

Durante los experimentos se observaron conductas agresivas, de las cuales las más comunes fueron las mordidas e intentos de mordidas (Figura 5A y 5B), acompañados de acercamientos agresivos. Las lagartijas dominantes mostraron despliegues que indicaron la jerarquía en la interacción, el despliegue más evidente fue el del cuerpo arqueado, el cual consistía en levantar el abdomen y flexionar las extremidades anteriores (Figura 5C). Acompañando a éste, fue común observar la posición de la cabeza inclinada en posición de ataque (Figura 5D), además de movimientos de la cola, que consistían en tensar o sacudir la cola (Figura 5E). Algunos despliegues menos comunes fueron el meter y sacar la lengua (Figura 5F). Por otra parte, las lagartijas que asumieron el papel de subordinadas no permitían acercamientos donde su respuesta fue principalmente huir rápidamente (Figura 5G). Aunado a ello, en varias ocasiones no tuvieron respuesta a los acercamientos de su oponente, permaneciendo inmóviles para posteriormente huir al momento en que se distrajera su oponente (Figura 5H) el cual supone una posible respuesta *freeze and hide*, característica de una respuesta sumisa ante factores estresantes (*i. e.*, la presencia de un oponente; Korte *et al.* 2005).

Por otra parte, se observó que la agresividad en la lagartija *Aspidoscelis costata costata* no depende de la talla de los individuos ( $r= 0.3$ ,  $p=0.1$ ,  $gl=34$ ) independientemente de su sexo, ya que tanto en machos ( $r=0.32$ ,  $p=0.1$ ,  $gl=19$ ), como en hembras ( $r= 0.12$   $p=0.7$ ,  $gl=13$ ) no hay relación significativa entre los actos agresivos y la LHC de los individuos.

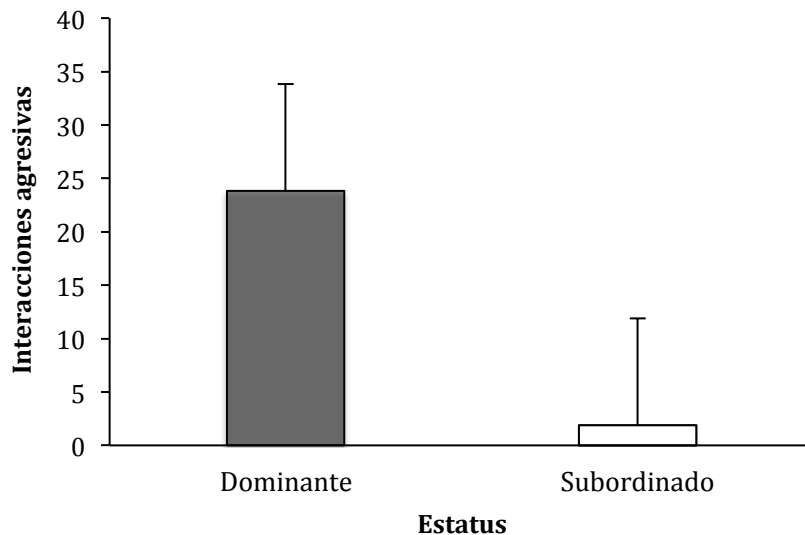




**Figura 5.** Variedad de despliegues de la lagartija *Aspidoscelis costata costata* mostrados durante las interacciones con un conespecífico. **A** y **B** muestran despliegues agresivos; **C**, **D**, **E** y **F** representan los despliegues de dominancia; **G** y **H** representan la huida y la sumisión características de los individuos subordinados (el individuo subordinado es la lagartija ubicada en el lado izquierdo de la imagen).



Al realizar los análisis para determinar variaciones entre categorías en cuanto a agresividad, no se encontraron diferencias significativas entre sexos ( $W=-4.5$ ,  $p=0.9$ ,  $gl=34$ , Cuadro 1); es decir, tanto machos como hembras presentan conductas agresivas cuando interaccionaron en parejas. Asimismo, al comparar la agresividad con el patrón de coloración dorsal, no se observaron diferencias entre individuos moteados y rayados ( $W=-46.5$ ,  $p=0.1$ ,  $gl=34$ , Cuadro 2). Por otra parte, se observaron diferencias significativas entre lagartijas dominantes y subordinadas, siendo los individuos dominantes más agresivos que los subordinados ( $W=-130.5$ ,  $p<0.01$ ,  $gl=34$ ; Figura 6; Cuadro 3).

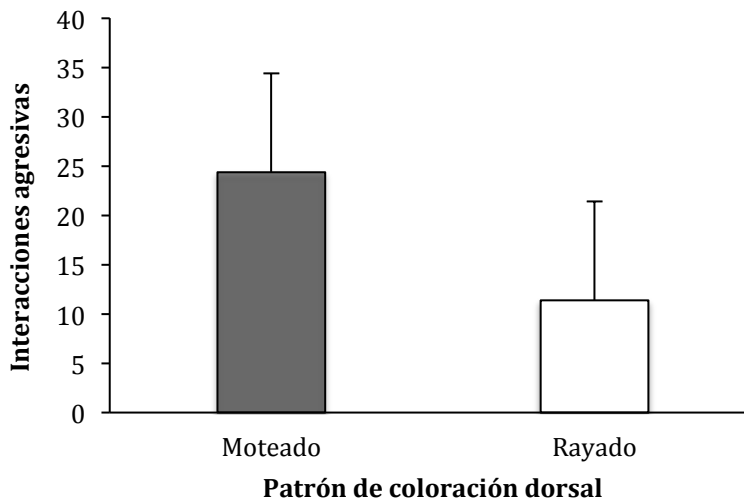


**Figura 6.** Diferencias en agresividad de manera general entre el estatus de los individuos de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*, donde se observa que los individuos dominantes mostraron un mayor número de actos agresivos en comparación con los individuos subordinados ( $W=-130.5$ ,  $p<0.01$ ,  $gl=34$ ).

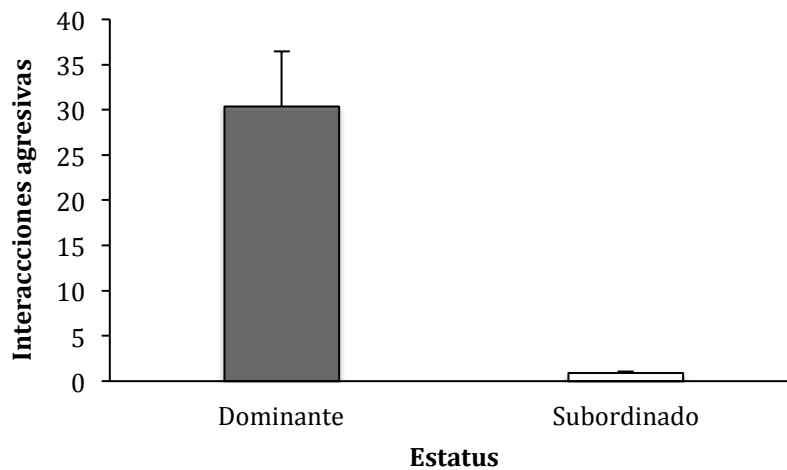
De manera particular en machos, los individuos moteados fueron más agresivos que los machos rayados ( $W=-28$ ,  $p=0.04$ ,  $gl=19$ ; Figura 7; Cuadro 4). Asimismo, se observó que los individuos moteados son dominantes sobre los rayados ( $X^2=4$ ,  $p=0.04$ ), en donde los machos dominantes presentaron mayor número de actos agresivos que los individuos subordinados ( $W=-48.5$ ,  $p<0.01$ ,  $gl=19$ ; Figura 8; Cuadro 5). Por otra parte en hembras, los individuos moteados tuvieron niveles de agresividad muy similares a los rayados y no se encontraron diferencias en agresividad entre el patrón de coloración dorsal de las hembras



( $W=23$ ,  $p=0.5$ ,  $gl=13$ ; Cuadro 6). A pesar de que los individuos dominantes fueron ligeramente más agresivos que los subordinados no se encontraron diferencias significativas en agresividad entre hembras de los diferentes estatus ( $W=11$ ,  $p=0.05$ ,  $gl=13$ ; Cuadro 7).



**Figura 7.** Diferencias en la agresividad entre los patrones de coloración dorsal en machos de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*. Los machos moteados son más agresivos que los individuos rayados ( $p<0.05$ ).



**Figura 8.** Diferencias en la agresividad entre estatus en machos de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*. Se muestra que machos dominantes son más agresivos que los individuos subordinados ( $p<0.05$ ).



### 6.1.2 Sociabilidad

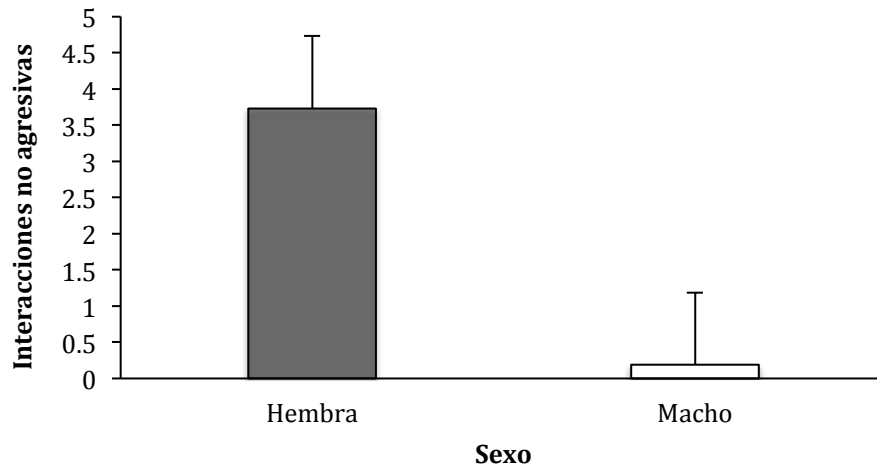
Se observaron diferencias en la sociabilidad entre sexos, en donde las hembras mostraron mayor número de interacciones no agresivas que los machos ( $W=-87$ ,  $p<0.01$ ,  $gl=34$ ; Figuras 9 y 10; Cuadro 1); sin embargo, no se encontraron diferencias entre individuos moteados y rayados ( $W=8.0$ ,  $p=0.8$ ,  $gl=34$ ; Cuadro 2). Además, tampoco fueron significativas tales diferencias entre individuos dominantes y subordinados ( $W=0$ ,  $p=1$ ,  $gl=34$ ; Cuadro 3).

De manera particular, en machos no se encontraron diferencias significativas entre individuos moteados y rayados en sociabilidad ( $W=-5.0$ ,  $p=0.63$ ,  $gl=19$ ; Cuadro 4), ni entre dominantes y subordinados ( $W=56$ ,  $p=1$ ,  $gl=19$ ; Cuadro 5). Por otra parte, para hembras no se encontraron diferencias significativas entre moteados y rayados ( $W=-1.0$ ,  $p=0.9$ ,  $gl=13$ ; Cuadro 6) ni entre hembras dominantes y subordinadas ( $W=-2.5$ ,  $p=0.8$ ,  $gl=13$ ; Cuadro 7).



**Figura 9.** Sociabilidad en hembras de *Aspidoscelis costata costata*, se observa claramente como las lagartijas se mantuvieron encimadas y permanecieron así por largos periodos de tiempo.





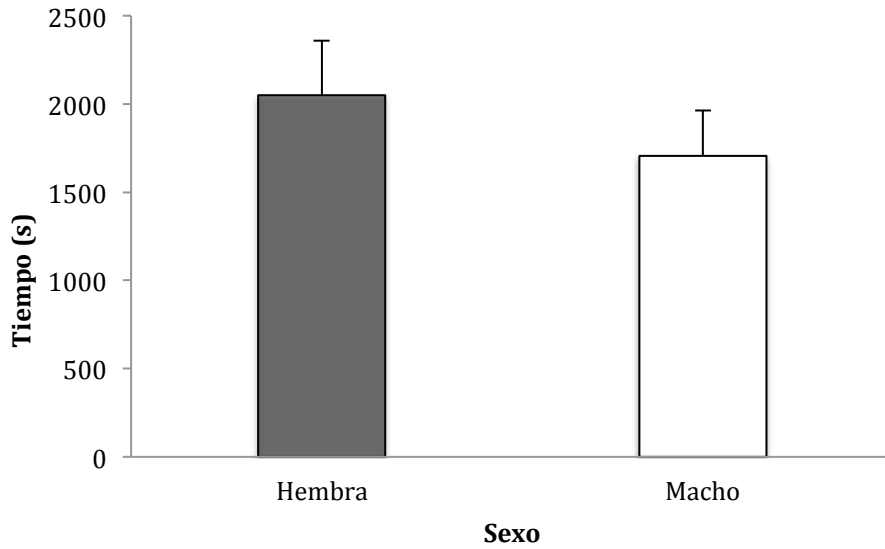
**Figura10.** Diferencias en sociabilidad entre machos y hembras de *Aspidoscelis costata costata*. Se muestra que las hembras son más sociables que los machos ( $p < 0.05$ ).

### 6.1.3 Actividad

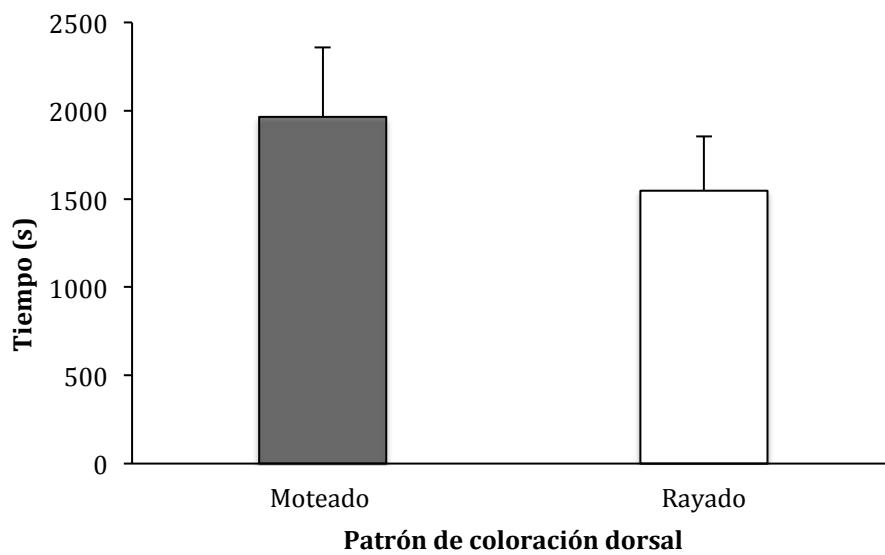
Se observaron diferencias en el tiempo de actividad entre machos y hembras (Figura 11), en la cual las hembras son más activas que los machos ( $t=2.3$ ,  $p=0.03$ ,  $gl=34$ ; Cuadro 1); sin embargo, no se encontraron diferencias en el tiempo de actividad en el patrón de coloración dorsal ( $t=0.6$ ,  $p=0.5$ ,  $gl=34$ ; Cuadro 2) ni entre individuos dominantes y subordinados ( $t=0.9$ ,  $p=0.4$ ,  $gl=34$ ; Cuadro 3).

Para machos, los individuos moteados resultaron más activos que los rayados ( $t=2.1$ ,  $p=0.04$ ,  $gl=19$ ; Cuadro 4). Asimismo, los individuos dominantes fueron más activos que los individuos subordinados ( $t=2.6$ ,  $p=0.01$ ,  $gl=19$ ; Figura 13; Cuadro 5). Por otra parte, en hembras no se observaron diferencias en el patrón de coloración dorsal ( $t=-1.1$ ,  $p=0.3$ ,  $gl=13$ ; Cuadro 6) ni para el estatus ( $t=-1.3$ ,  $p=0.2$ ,  $gl=13$ ; Cuadro 7).



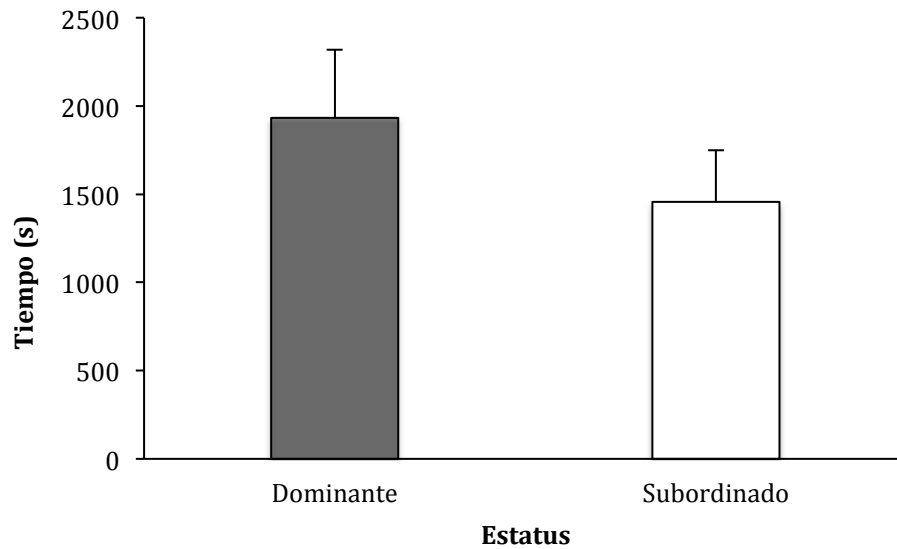


**Figura 11.** Actividad entre machos y hembras de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*, donde se observa que las hembras presentan mayor tiempo de actividad que los machos ( $p < 0.05$ ).



**Figura 12.** Diferencias en la actividad en machos de *Aspidoscelis costata costata*. Los machos moteados muestran mayor tiempo de actividad que los machos rayados ( $p < 0.05$ ).





**Figura 13.** Diferencias en la actividad entre estatus en machos de *Aspidoscelis costata costata*. Los machos dominantes son más activos que los machos subordinados ( $p < 0.05$ ).

## 6.2 Coloración

### 6.2.1 Porcentaje de melanización dorsal

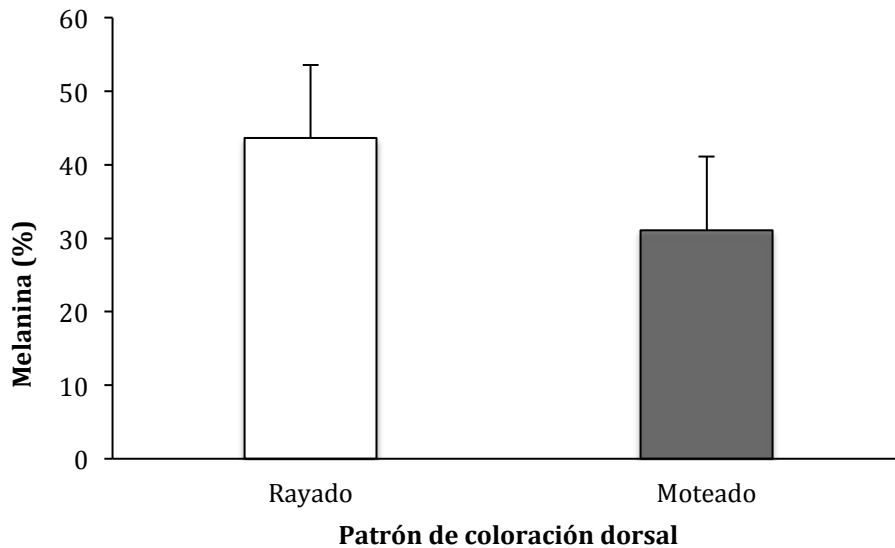
No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de melanina presente en el dorso entre hembras y machos ( $t = -0.3$ ,  $p = 0.8$ ,  $gl = 34$ ; Cuadro 1), ni entre los individuos dominantes y subordinados ( $t = -0.30$ ,  $p = 0.8$ ,  $gl = 34$ ; Cuadro 3). Sin embargo, los individuos rayados y moteados, independientemente de su sexo, difieren en el porcentaje de melanina presente en el dorso ( $t = -2.8$ ,  $p < 0.01$ ,  $gl = 34$ ; Cuadro 2), donde los individuos rayados presentan mayor porcentaje de melanización (Figura 14).

De manera particular para machos, no se muestran diferencias entre individuos dominantes y subordinados en el porcentaje de melanización dorsal ( $t = -1.4$ ,  $p = 0.3$ ,  $gl = 19$ ; Cuadro 5). Sin embargo, las diferencias se muestran al compararlos cuando se usó como variable de agrupación al patrón de coloración dorsal ( $t = -2.7$ ,  $p = 0.01$ ,  $gl = 19$ ; Cuadro 4), en el cual los individuos rayados son los que presentan mayor cantidad de melanina en el dorso (Figura 15). Por el contrario, en hembras no se observaron diferencias entre patrones de coloración

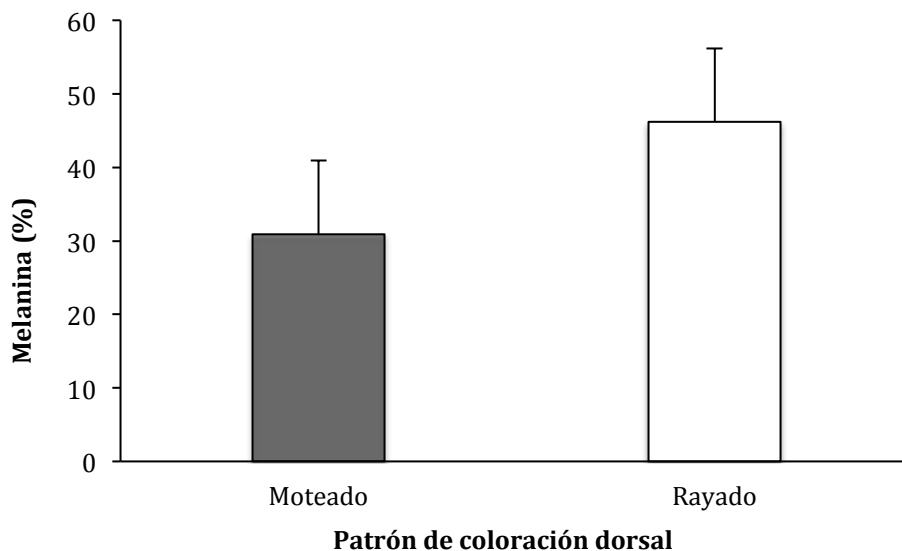




dorsal ( $t=-1.1$ ,  $p=0.3$ ,  $gl=13$ ; Cuadro 6) o entre estatus ( $t=1.2$ ,  $p=0.2$ ,  $gl=13$ ; Cuadro 7).



**Figura 14.** Porcentaje de melanina en el dorso de individuos rayados y moteados de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*, donde se observa que los individuos rayados presentan mayor cantidad de melanina en el dorso que los individuos moteados ( $p<0.05$ ).



**Figura 15.** Porcentaje de melanización dorsal en machos moteados y rayados de *Aspidoscelis costata costata*. Los individuos rayados presentan mayor cantidad de melanina que los individuos moteados ( $p<0.05$ ).



**Cuadro 1.** Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización en machos y hembras de *Aspidoscelis costata costata*.

	Sexo	n	Media	Desviación Estándar
<b>Agresividad</b>	Macho	21	16.3	9.1
	Hembra	15	8.0	30.2
<b>Sociabilidad</b>	Macho	21	0.2	0.4
	Hembra	15	3.7	6.1
<b>Actividad</b>	Macho	21	1706.1	476.9
	Hembra	15	2050	406.4
<b>Melanización</b>	Macho	21	40.4	3.1
	Hembra	15	38.9	3.34

**Cuadro 2 .** Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización de manera general entre el patrón de coloración dorsal de *Aspidoscelis costata costata*.

	Patrón de coloración dorsal	n	Media	Desviación Estándar
<b>Agresividad</b>	Moteado	11	19.1	26.2
	Rayado	25	10.1	22.9
<b>Sociabilidad</b>	Moteado	11	1.9	5.4
	Rayado	25	1.6	3.8
<b>Actividad</b>	Moteado	11	1925.7	359.1
	Rayado	25	1815.8	521.0
<b>Melanización</b>	Moteado	11	43.6	11.7
	Rayado	25	31.1	14.1



**Cuadro 3.** Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización de manera general entre dominantes y subordinados de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*.

	<b>Estatus</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
<b>Agresividad</b>	Dominante	18	16.3	9.1
	Subordinado	18	8.0	30.2
<b>Sociabilidad</b>	Dominante	18	1.7	4.3
	Subordinado	18	1.7	4.3
<b>Actividad</b>	Dominante	18	1706.1	476.9
	Subordinado	18	2050	406.4
<b>Melanización</b>	Dominante	18	40.5	9.9
	Subordinado	18	39.1	16.8

**Cuadro 4.** Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización entre machos moteados y rayados de *Aspidoscelis costata costata*.

	<b>Patrón de coloración dorsal</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
<b>Agresividad</b>	Moteado	8	24.4	29.2
	Rayado	13	11.4	30.9
<b>Sociabilidad</b>	Moteado	8	0.3	0.4
	Rayado	13	0.2	6.1
<b>Actividad</b>	Moteado	8	1965.3	363.8
	Rayado	13	1546.7	479.2
<b>Melanización</b>	Moteado	8	30.9	14.1
	Rayado	13	46.2	11.3



**Cuadro 5.** Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización entre machos dominantes y subordinados de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*.

	<b>Estatus</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
<b>Agresividad</b>	Dominante	11	30.4	37.0
	Subordinado	10	0.9	1.5
<b>Sociabilidad</b>	Dominante	11	0.2	0.4
	Subordinado	10	0.2	0.4
<b>Actividad</b>	Dominante	11	1932.9	389.0
	Subordinado	10	1456.7	453.1
<b>Melanización</b>	Dominante	11	36.4	17.4
	Subordinado	10	44.8	8.9

**Cuadro 6.** Comparación de agresividad, sociabilidad, actividad y melanización entre el patrón de coloración dorsal en hembras de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*.

	<b>Patrón de coloración dorsal</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
<b>Agresividad</b>	Moteado	3	5	7
	Rayado	12	8.8	9.6
<b>Sociabilidad</b>	Moteado	3	6.3	10.1
	Rayado	12	3.1	5.2
<b>Actividad</b>	Moteado	3	1820.3	398.4
	Rayado	12	2107.4	404.2
<b>Melanización</b>	Moteado	3	31.5	17.1
	Rayado	12	40.8	11.9



**Cuadro 7.** Comparación de la agresividad, sociabilidad, actividad y melanización entre hembras dominantes y subordinadas de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*..

	<b>Estatus</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
<b>Agresividad</b>	Dominante	7	13.6	10.6
	Subordinado	8	3.1	3.2
<b>Sociabilidad</b>	Dominante	7	4	6.5
	Subordinado	8	3.5	6.2
<b>Actividad</b>	Dominante	7	1907.6	316.0
	Subordinado	8	2174.6	454.6
<b>Melanización</b>	Dominante	7	43.3	16.1
	Subordinado	8	35.1	8.8

### 6.2.2 Coloración RGB

Los Análisis de Componentes Principales (PCA) para cada contexto evaluado se muestran en los cuadros 8 a 13, en donde se resalta en negritas el valor del componente utilizado que explica el mayor porcentaje de varianza. Para todos los análisis, el componente uno explicó la mayoría de la variación y éste determinó la intensidad de coloración de cada individuo. Los valores del primer componente para cada individuo en todas las variables (8-13) indican que los individuos más coloridos o con colores más fuertes son aquéllos cuyos valores del componente fueron los más bajos. Por lo tanto, se almacenaron los valores de este componente para cada lagartija, los cuales fueron empleados en análisis posteriores.

**Cuadro 8.** Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente de la región superior del dorso en *Aspidoscelis costata costata*.

Componente	Valores iniciales para la región superior del dorso	
	% de varianza	% acumulado
1	<b>84.6</b>	84.6
2	10.7	95.3
3	4.7	100



**Cuadro 9.** Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente de la región media del dorso en *Aspidoscelis costata costata*.

Componente	Valores iniciales para el dorso región media	
	% de la varianza	% acumulado
1	<b>73.1</b>	73.1
2	20.6	93.7
3	6.3	100

**Cuadro 10.** Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente de la región inferior del dorso en *Aspidoscelis costata costata*.

Componente	Valores iniciales para dorso región inferior	
	% de la varianza	% acumulado
1	<b>87.4</b>	87.4
2	9.7	97.1
3	3	100

**Cuadro 11.** Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente de la zona gular de *Aspidoscelis costata costata*.

Componente	Valores iniciales para zona gular	
	% de la varianza	% acumulado
1	<b>90.8</b>	90.8
2	7.5	98.4
3	1.6	100



**Cuadro 12.** Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente del pecho en *Aspidoscelis costata costata*.

Componente	Valores iniciales para pecho	
	% de la varianza	% acumulado
1	<b>91.5</b>	91.5
2	8.2	99.6
3	0.4	100

**Cuadro 13.** Componentes principales del color RGB y porcentaje de variación explicada para cada componente del abdomen en *Aspidoscelis costata costata*.

Componente	Valores iniciales para abdomen	
	% de la varianza	% acumulado
1	<b>92.5</b>	92.5
2	7.4	99.9
3	0.1	100.00

No se encontraron diferencias entre machos y hembras en la coloración RGB en las regiones del dorso (superior, media e inferior), gular y pecho (Cuadro14); sin embargo, las diferencias encontradas entre sexos se observan en la coloración abdominal ( $p < 0.05$ ; Figura 16). Asimismo, al comparar entre estatus no existen diferencias entre individuos dominantes y subordinados ( $p > 0.05$ ; Cuadro 15). Al comparar la coloración ventral entre individuos con distinto patrón de coloración dorsal, se observaron diferencias significativas en pecho y abdomen ( $p < 0.05$ ; Cuadro 16); siendo los individuos moteados quienes presentan colores más intensos, ya que estos presentan los componentes RGB con valores más bajos.



**Cuadro 14.** Comparación de coloración dorsal (RGB) entre machos y hembras de *Aspidoscelis costata costata*. Se resalta en negritas los valores que muestran diferencias significativas.

Componente RGB	t-Student	Valor p	GL	Sexo	Media
Superior	-0.1	0.9	34	Hembra Macho	-0.0 0.0
Media	0.3	0.8	34	Hembra Macho	0.1 -0.0
Inferior	1.1	0.3	34	Hembra Macho	0.2 -0.2
Gular	0.3	0.8	34	Hembra Macho	0.6 -0.0
Pecho	2	0.1	34	Hembra Macho	0.4 -0.3
Abdomen	4.3	<b>&lt;0.01</b>	34	Hembra Macho	0.7 -0.5

**Cuadro 15.** Comparación de los componentes de coloración dorsal (RGB) entre individuos dominantes y subordinados de *Aspidoscelis costata costata*.

Componente RGB	t-Student	Valor p	GL	Estatus	Media
Superior	-0.4	0.7	34	Dominante Subordinado	-0.1 0.1
Media	0.5	0.7	34	Dominante Subordinado	-0.1 0.1
Inferior	0.5	0.7	34	Dominante Subordinado	0.1 -0.1
Gular	0.3	0.8	34	Dominante Subordinado	0.1 -0.1
Pecho	-0.7	0.5	34	Dominante Subordinado	-0.1 0.1
Abdomen	-1.1	0.3	34	Dominante Subordinado	0.2 -0.2





**Cuadro 16.** Comparación de coloración dorsal (RGB) del cuerpo entre individuos rayados y moteados de la lagartija *Aspidoscelis costata costata*. En negritas se resaltan las comparaciones que mostraron diferencias significativas.

Componente RGB	t-Student	Valor p	GL	Patrón de coloración dorsal	Media
Superior	-0.8	0.5	34	Rayado Moteado	0.1 -0.2
Media	0.2	0.8	34	Rayado Moteado	0.1 -0.1
Inferior	-0.3	0.8	34	Rayado Moteado	0 -0.1
Gular	-1.5	0.1	34	Rayado Moteado	0.2 -0.4
Pecho	-3.3	<b>&lt;0.01</b>	34	Rayado Moteado	0.3 -0.7
Abdomen	-5.3	<b>&lt;0.01</b>	34	Rayado Moteado	0.4 -1

Por otra parte, al realizar los análisis exclusivamente para machos comparando el patrón de coloración, se observan diferencias en el pecho y abdomen (Cuadro 17), el cual nos indica que los machos moteados presentan el color azul de pecho y abdomen más fuerte que los machos rayados (Figura 16), ya que los valores del factor del análisis de componentes principales de las variables RGB sugieren que entre más bajo el valor el color es más fuerte, en el resto de las regiones no se observan diferencias ( $p > 0.05$ , Cuadro 17). Asimismo, no se observaron diferencias en ninguna de las regiones al comparar entre estatus ( $p > 0.05$ , Cuadro 18).

En hembras, no se encontraron diferencias al comparar entre estatus ( $p > 0.05$ , Cuadro 19), sólo se observaron diferencias en el abdomen entre patrones de coloración dorsal ( $p < 0.05$ , Cuadro 20).



**Cuadro 17.** Comparación de los componentes de coloración R, G y B entre el patrón de coloración dorsal en machos de *Aspidoscelis costata costata*. En negritas se resaltan las comparaciones que mostraron diferencias significativas.

Componente RGB	t-Student	Valor p	GL	Patrón de coloración dorsal	Media
Posterior	1	0.5	19	Rayado Moteado	0.2 -0.2
Media	-0.8	0.4	19	Rayado Moteado	-0.1 0.2
Inferior	-0.5	0.6	19	Rayado Moteado	-0.2 -0.0
Gular	-1	0.3	19	Rayado Moteado	0.1 -0.3
Pecho	2.7	<b>=0.02</b>	19	Rayado Moteado	0.1 0.9
Abdomen	4.7	<b>&lt;0.01</b>	19	Rayado Moteado	0.1 -1.4

**Cuadro 18.** Comparación de los componentes de coloración R, G y B entre machos dominantes y subordinados de *Aspidoscelis costata costata*.

Componente RGB	t-Student	Valor p	GL	Estatus	Media
Superior	0.6	0.6	19	Dominante Subordinado	-0.1 0.1
Media	-1.2	0.3	19	Dominante Subordinado	0.2 -0.2
Inferior	-0.7	0.5	19	Dominante Subordinado	0.0 -0.3
Gular	0.4	0.7	19	Dominante Subordinado	-0.1 0.0
Pecho	1.3	0.2	19	Dominante Subordinado	-0.4 0.0
Abdomen	1.1	0.3	19	Dominante Subordinado	-0.7 -0.3



**Cuadro 19.** Comparación de los componentes de coloración RGB entre el estatus de las hembras de *Aspidoscelis costata costata*.

Componente RGB	t-Student	Valor p	GL	Estatus	Media
Superior	0	1	13	Dominante Subordinado	-0.0 -0.0
Media	0.1	1	13	Dominante Subordinado	0.0 0.1
Inferior	-0.1	0.9	13	Dominante Subordinado	0.2 0.2
Gular	-1	0.4	13	Dominante Subordinado	-0.3 -0.2
Pecho	-0.6	0.6	13	Dominante Subordinado	0.5 0.3
Abdomen	0.1	0.9	13	Dominante Subordinado	0.7 0.7

**Cuadro 20.** Comparación de los componentes de coloración RGB entre el patrón de coloración dorsal de las hembras de *Aspidoscelis costata costata*. En negritas se resaltan las comparaciones que mostraron diferencias significativas.

Componente RGB	t-Student	Valor p	Gl	Patrón de coloración dorsal	Media
Superior	0.1	0.9	13	Rayado Moteado	-0.0 -0.1
Media	0.4	0.7	13	Rayado Moteado	0.1 -0.2
Inferior	0.6	0.5	13	Rayado Moteado	0.3 -0.2
Gular	1.1	0.3	13	Rayado Moteado	0.2 -0.5
Pecho	1.3	0.2	13	Rayado Moteado	0.5 -0.2
Abdomen	3.2	<b>&lt;0.01</b>	13	Rayado Moteado	0.8 0.1



**Figura 16.** Fotografías de la región ventral de individuos de *Aspidoscelis costata costata*, se observan claramente las diferencias en coloración de la región del abdomen. Los machos presentan una coloración azul más intensa que las hembras, en ambos sexos los individuos moteados suelen tener el color más intenso.



Hembra rayada  
85.4 mm LHC

Hembra moteada  
105.9 mm LHC

Macho rayado  
98.2 mm LHC

Macho moteado  
106.2 mm LHC



## 7 DISCUSIONES

### 7.1 Conducta

#### 7.1.1 Agresividad y dominancia

*Comparación entre la dominancia y agresividad en machos y hembras de Aspidoscelis costata costata.*

En *Aspidoscelis costata costata* la dominancia está determinada por la exhibición de despliegues, específicamente los individuos dominantes muestran el cuerpo arqueado cuya función es mostrar sus atributos (coloración, tamaño, etc.), acompañados de acercamientos e interacciones agresivas (mordidas) y otros despliegues menos evidentes como los movimientos de cabeza, flexiones y lengüeteos; observaciones similares se han observado en otros saurios (Carpenter y Grubits 1960; Smith y John-Alder 1999; Martín y López 2009; Langkilde y Boronow 2010). Aunado a ello, los individuos subordinados adoptan una estrategia *freeze-hide*, en la que los individuos permanecen inmóviles intentando ocultarse frente a una situación de peligro (en este caso un ataque de un conespecífico), el cual aumenta la probabilidad de reducir su detección y evitar el ataque de un agresor o depredador (Korte *et al.* 2005). Los individuos más agresivos adoptan una estrategia *fight-flight* que en otras especies se ha observado es útil al permitirles establecer nuevos territorios o defender los ya establecidos (Korte *et al.* 2005). Por lo cual, aparentemente *Aspidoscelis costata costata* podría ser una lagartija que presenta estos dos tipos de estrategias, lo que puede deberse a que ésta se desarrolla en un ambiente con dos temporadas totalmente diferentes (Vázquez y Priciliano 1999), asociadas con una gran inestabilidad climática (Rangel-Patiño 2014). Además de que estudios en la misma zona han mostrado que las crías de esta lagartija, principalmente las que se desarrollan durante la temporada de sequía presentan mayor flexibilidad conductual (Heredia-Morales 2012).

Por otro lado, también se observó que en *Aspidoscelis costata costata* la



agresividad no depende del tamaño corporal; relación que se ha observado en otros lacertilios, *i.e.* *Aspidoscelis tigris* en la que se ha observado que los machos con tallas y dimensiones más grandes son dominantes y más agresivos sobre los individuos con tallas pequeñas (Anderson y Vitt 1990). Asimismo, no encontramos ninguna relación entre la LHC de los individuos con la agresividad, contrario a lo que sucede en otros estudios que han demostrado que un mayor tamaño corporal determina las relaciones de agresividad y por ende de dominancia en lagartijas (Carpenter y Grubits 1960; Baird *et al.* 1997; Cox *et al.* 2005; Farrell y Wilczynski 2006; Stapley 2006). Sin embargo, es necesario conocer aspectos sobre la territorialidad de los individuos, ya que los miembros de la familia Teiidae son de amplio forrajeo y no son territoriales (Anderson y Vitt 1990); contrario a lo que sucede en otras especies territoriales en donde el tener mayor número de enfrentamientos confiere mayor experiencia para dominar y/o ampliar territorios, característica observada en *Anolis carolinensis*, en la que machos con tallas más grandes tienen mejor desempeño para adquirir y defender territorios que son adquiridos a través de la experiencia en enfrentamientos agresivos (Farrell y Wilczynski 2006). Por lo tanto, en este estudio las interacciones agresivas de los machos podrían ser útiles para acceder a las hembras y así reproducirse; como lo observado en una población isleña de *Aspidoscelis costata* donde la frecuencia de las interacciones agresivas macho-macho aumenta cuando éstos custodian a las hembras más grandes (Ancona *et al.* 2010).

Es importante mencionar que la evaluación de la conducta agresiva en *Aspidoscelis costata costata* se realizó bajo condiciones neutrales; es decir, no implicó la defensa de parejas reproductoras, alimento o algún otro recurso más allá de un territorio. El hecho de no encontrar diferencias en agresividad entre sexos supone que en *Aspidoscelis costata costata*, machos y hembras están sometidos a presiones ambientales en las que la función de la agresividad es similar, por lo que deben interactuar mediante interacciones agresivas. Por una parte, los machos deben demostrar superioridad para poder acceder a los recursos, especialmente durante la temporada de reproducción (Andersson 1994), lo que le permitirá acceso a hembras reproductoras; mientras que las hembras durante la temporada de reproducción es posible que compitan por los mejores



sitios de anidación. En machos y hembras también es importante acceder a otros recursos dentro y fuera de la temporada de reproducción como sitios de estivación, áreas de termorregulación o alimentación, entre otros aspectos físicos del entorno, con la finalidad de mantener su homeostasis y evitar depredadores (Andersson 1994). A pesar de que no se observaron diferencias significativas en la agresividad entre machos y hembras, los machos presentaron en promedio mayores niveles de agresividad que las hembras. Debido a que el estudio se llevó a cabo en el periodo donde los machos presentan una actividad testicular (Granados-González *et al.* 2013); se puede sugerir que los éstos emplean la agresividad para competir por parejas reproductoras así como para su custodia con la finalidad de maximizar su adecuación (Ancona *et al.* 2010). Lo anterior se apoya en que en machos, los individuos dominantes son más agresivos para los que el patrón de coloración dorsal podría ser una forma indirecta de la relación del tamaño (o la edad) con la agresividad, ya que los individuos moteados son dominantes sobre los individuos rayados. En hembras no se observaron tales diferencias en agresividad puesto que éstas suelen ser más sociables y tolerantes entre sí, algo similar a lo que ocurre con *Podarcis hispanica* (Rodríguez-Prieto *et al.* 2011). Aunque los resultados aquí presentados referentes a las diferencias entre el patrón de coloración dorsal en las hembras deben tomarse con cautela debido al bajo número de hembras moteadas capturadas (n=3), éstos si podrían reflejar las condiciones naturales ya que la abundancia de hembras moteadas es muy baja en el sitio de estudio comparada con la abundancia de hembras rayadas (observaciones personales).

Al encontrar diferencias en agresividad entre individuos dominantes y subordinados, se apoya la hipótesis de que la agresividad y la dominancia son conductas íntimamente ligadas, por lo que la agresividad es un reflejo de la dominancia, asociación conductual que también han sido observada en otros lacertilios (Carpenter y Grubits 1960; Baird *et al.* 1997; Cox *et al.* 2005; Farrell y Wilczynski 2006; Stapley 2006).

Las diferencias en agresividad encontradas entre individuos rayados y moteados pueden deberse, desde una perspectiva última, a la evolución del patrón



de coloración dorsal, ya que en lagartijas se considera que la coloración dorsal depende de su función como parte de las señales sociales intraespecíficas, en la regulación de la temperatura y en la cripsis, esto último de manera particular para *Aspidoscelis costata costata* (Hernández-Gallegos y Domínguez-Vega 2012); ya que puede contribuir con tácticas antidepredatorias exitosas (Forsman y Shine 2005). Debido a que los machos frecuentemente participan en interacciones agonísticas, éstos incurren en mayores costos energéticos por lo que también pueden utilizar estrategias de señalización para evitar o disminuir los costos de la agresión (Aragón 2001); por lo tanto, el patrón de coloración dorsal puede funcionar como señal de aviso. En relación con las estrategias antidepredatorias, es posible que los individuos moteados basen su defensa en el ocultamiento y en la agresividad, mientras que los individuos rayados podrían apostar por la velocidad, donde la dirección de sus líneas harían difícil su seguimiento por parte de los depredadores (Jackson *et al.* 1976; Creer 2005; Hawlena *et al.* 2006). Aunque lo anterior ha sido demostrado en serpientes, en *Aspidoscelis costata costata* la coloración dorsal puede tener una función similar, ya que este estudio demuestra que los individuos moteados son más agresivos y dominantes representando a los adultos más viejos. Asimismo, es posible que en *Aspidoscelis costata costata* las presiones de selección estén dirigidas hacia los machos, los cuales deben adoptar diferentes estrategias para la reproducción, en este sentido recientemente se ha observado que aunque no se observó una relación directa en la viabilidad espermática entre machos moteados y rayados, si existe una relación de la LHC y la viabilidad espermática, donde los machos de mayores tallas presentan menor viabilidad, lo que podría representar un fenómeno de senescencia masculina (Ambríz-Rosales 2014).

### 7.1.2 Sociabilidad

*Comparar la sociabilidad en machos y hembras de Aspidoscelis costata costata.*

En este estudio se observó que las hembras de *Aspidoscelis costata costata* son más tolerantes entre sí, lo que se ha observado en otras especies de lacertilios (Cote *et al.* 2008), en las que se ha sugerido que la tolerancia social puede afectar la intensidad de las interacciones sociales y por lo tanto, el uso de su espacio.





Además, los individuos sociales pueden evitar las interacciones y disminuir los niveles de agresividad para limitar su acceso a los recursos, mientras que los machos agresivos pueden tener una baja sobrevivencia en poblaciones con densidad baja (Cote *et al.* 2008). Por lo anterior, es posible que las hembras de *Aspidoscelis costata costata* adopten estrategias similares a las que presenta hembras de *Megadyptes antipodes* y *Podarcis hispanica* que tienden a ser más sociales y habituarse más rápido por la necesidad de conservar energía para la reproducción (Ellenberg *et al.* 2009; Rodríguez-Prieto *et al.* 2011). Por lo tanto, la tolerancia social podría estar influenciada por la reproducción de las hembras. Aunado a ello, las hembras sociales tienen una mayor probabilidad de quedar grávidas independientemente de su LHC (Le Galliard *et al.* 2005).

La baja sociabilidad observada en machos de *Aspidoscelis costata costata* puede deberse a que los machos son más agresivos cuando inicia temporada de reproducción, donde la lucha para lograr reproducirse inicia con la adquisición de territorios (Cote *et al.* 2008). Además, se ha observado en *Lacerta vivipara*, que los machos pequeños (más jóvenes) presentan cierto grado de tolerancia social o fobia hacia los individuos de tallas mayores (Cote y Clobert 2007). Por lo tanto se sugiere que el éxito reproductivo de los machos de *Aspidoscelis costata costata* no depende de la tolerancia social, ya que los machos no se beneficiarían con el ser sociables, sino con ser más agresivos y demostrar su jerarquía ante sus rivales.

Los resultados encontrados en relación con la sociabilidad concuerdan con lo encontrado en la lagartija *Podarcis hispanica*, en donde las hembras son más tolerantes entre sí, es decir son más sociables y con una habituación más rápida que los machos, esto a pesar de que existe una gran variación individual (Rodríguez-Prieto *et al.* 2011). Asimismo, existe una relación entre la dispersión y la sociabilidad; por ejemplo, Cote y colaboradores (2010b) han encontrado una asociación positiva entre dispersión y la baja sociabilidad en el pez mosquito invasor (*Gambusia affinis*). Del mismo modo, una asociación entre la dispersión y las conductas agresivas han sido ligadas al rango de expansión del pájaro azul (*Sialia mexicana*) (Duckworth y Badyaev 2007); es decir, la dispersión de los individuos es mayor si son más agresivos. Por lo anterior, podríamos inferir una



asociación entre la agresividad, la sociabilidad y la actividad.

### 7.1.3 Actividad

*Comparar los niveles de actividad en machos y hembras de Aspidoscelis costata costata.*

Los resultados obtenidos en relación con la actividad de *Aspidoscelis costata costata*, son distintos a lo encontrado en otros lacertilios ya que las hembras resultaron más activas que los machos; es decir, las hembras pasaron mayor tiempo en movimiento, a diferencia de los machos que permanecieron mayor tiempo estáticos durante las pruebas experimentales. Por ejemplo, en la lagartija *Podarcis hispanica* se ha observado que los machos suelen ser más activos que las hembras, esto debido a que las hembras se habitúan más rápido que los machos, en el cual hay un trueque entre habituación y actividad (Belver *et al.* 2010; Rodríguez-Prieto *et al.* 2011). Este resultado puede atribuirse a que las lagartijas podrían hacer un balance entre satisfacer las demandas de la termorregulación y otros factores ecológicos, incluyendo los requerimientos relacionados con el comportamiento social (Belver *et al.* 2010). Por otra parte, se sabe que hembras y machos adultos de *Aspidoscelis costata costata* presentan áreas de actividad similares (Aguilar-Moreno 2009); sin embargo, en nuestro estudio, los machos al presentar menor tiempo de actividad que las hembras, lo que sugiere que durante los conflictos con conespecíficos tenderían a ahorrar energía para emplearla durante la custodia, por lo que no invertirían energía para incrementar su actividad (Ancona *et al.* 2010); similar a lo que ocurre en machos de *Ameiva plei*, que además de ahorrar energía para defender su territorio, invierten su energía en custodiar a las hembras reproductivas (Censky 1995).

Las diferencias encontradas en los niveles de actividad entre machos en el patrón de coloración dorsal y la nula diferencia encontrada en hembras, podrían ajustarse con lo encontrado en *Anolis nebulosus* y *Podarcis hispanica* (Lister y Aguayo 1992; Aragón *et al.* 2001), donde la actividad de los machos suele cambiar debido a las condiciones de termorregulación, alimentación y reproducción, y en



hembras suele mantenerse; esto a pesar de que la actividad depende de la temperatura y de la temporalidad, se esperaría que ocurriera en ambos sexos; sin embargo, en hembras no se han registrado cambios significativos (Aragón *et al.* 2001).

A pesar de lo anterior, los estudios conductuales pueden estar influenciados por las diferencias individuales en la conducta. Los individuos tímidos suelen ser menos activos que los individuos intrépidos y pueden reflejar la dominancia de los machos, los individuos dominantes al tener facilidad de acceso a los recursos pueden incrementar su tiempo de actividad (Stephen y Warren 1993), además nuestros resultados sugieren que los individuos rayados adoptan la estrategia *freeze-hide* (Korte *et al.* 2005) que los obligaría ser menos activos y permanecer inmóviles para evitar ser atacados por los individuos moteados.

## 7.2 Coloración

### 7.2.1 Porcentaje de melanización dorsal

*Caracterizar el porcentaje de melanización en el dorso de las lagartijas rayadas y moteadas.*

Nuestro estudio muestra que la melanina presente en el patrón de coloración dorsal no difiere entre machos y hembras, por lo que este patrón puede estar involucrado en las estrategias antidepredatorias, ya que individuos con patrones de coloración moteado o manchado son menos visibles y basan su defensa en el ocultamiento y la agresividad. En contraste, los individuos rayados son más visibles aunque su velocidad y dirección hacen imposible su seguimiento (Jackson *et al.* 1976; Creer 2005; Hawlena *et al.* 2006).

Un estudio en *Uta stansburiana* revela que las lagartijas más oscuras en el dorso han reducido su capacidad para cambiar de color, que podría indicar un trueque entre incrementar la producción de melanina por el sustrato y disminuir la dispersión de gránulos de melanina en respuesta a estímulos cortos (i.e. temperatura) (Norris 1965). Por lo que las diferencias en el porcentaje de



melanina entre individuos rayados y moteados podría representar la variación entre los estadios ontogénicos de *Aspidoscelis costata costata*, como en el caso de *S. undulatus*, *H. maculata* y *A. inornata* (Rosenblum 2005); observación que es corroborada durante las visitas a campo ya que un patrón de coloración dorsal rayado corresponde a los individuos más jóvenes (incluyendo crías y adultos jóvenes), mientras que un patrón de coloración dorsal moteado es portado por individuos adultos viejos.

Estudios en aves sugieren que la coloración basada en melanina funciona como señal de dominancia (Senar 2006; Mateos-Gonzalez y Senar 2012) y que está ligada a características fisiológicas, morfológicas y conductuales (Roulin 2004). En consecuencia, se ha encontrado que los individuos más agresivos presentan mayor cantidad de parches negros, es decir presentan mayor cantidad de melanina (Dingemanse *et al.* 2004; Senar 2006). Además, en otros estudios realizados en la lechuza común, se encontró que el grado de coloración basada en melanina se asocia con la capacidad de hacer frente a condiciones limitadas de alimento, en el cual se dice que los rasgos de color oscuro son más prevalentes en las poblaciones o en especies que se enfrentan a un mayor riesgo de escasez de alimentos (Dreiss *et al.* 2010). En este estudio, es posible que la dominancia no esté determinada o relacionada con el grado de melanización dorsal, ya que las lagartijas rayadas que son las menos agresivas son las que presentan mayor cantidad de melanina en el dorso. Sin embargo, no se puede descartar que las diferencias observadas en *Aspidoscelis costata costata* en relación con otros estudios se deban a la forma mediante la cual se midió la cantidad de melanina limitado a cuantificar el área que muestra el color negro en la piel de las lagartijas, por lo que es necesario realizar estudios a nivel celular o bioquímico que permitan entender la producción de melanina. De manera particular, se sabe que es importante conocer el papel de la alimentación (concentración de metales), concentración de aminoácidos y niveles de testosterona, ya que todos estos factores están asociados a la producción de melanina (McGraw 2008). Sin embargo, las bases genéticas de la pigmentación en otros taxa de vertebrados proporcionan una oportunidad para investigar la base genética de la variación de color en los reptiles, ya que *A. inornata* proporciona una fuerte evidencia de la



heredabilidad de la variación del color (Rosenblum *et al.* 2004). Por lo tanto, hay evidencia de que la concentración de melanina no puede explicar los patrones de coloración dorsal, por lo que es apropiado considerar el papel de la selección natural en la expresión del patrón de coloración dorsal.

### 7.2.2 Coloración RGB

*Comparar la coloración RGB dorsal y ventral en machos y hembras de Aspidoscelis costata costata.*

Los resultados encontrados en la coloración RGB dorsal de *Aspidoscelis costata costata* en las tres regiones evaluadas (superior, media e inferior) no muestran diferencias entre sexos, estatus, o patrón de coloración dorsal. Lo anterior sugiere que la coloración del dorso puede funcionar como camuflaje, ya que es una zona expuesta a la vista de depredadores y que puede estar influenciada por la selección natural al ofrecer protección (Stuart-Fox y Ord 2004; Rosenblum 2005). Estudios previos han demostrado que *Aspidoscelis costata costata* cambia de coloración temporalmente; durante sequía, las lagartijas muestran una coloración dorsal parda mientras que durante lluvias el mismo individuo presenta una coloración dorsal verde ajustándose al cambio en el color del sustrato, lo que proporciona una apariencia críptica a las lagartijas (Hernández-Gallegos y Domínguez-Vega 2012), y confiere mayor protección contra sus depredadores. Todo esto sugiere que la coloración dorsal cumple una función como estrategia antidepredatoria, el cual hace que los individuos sean menos visibles y puedan huir fácilmente ante la vista de sus depredadores. Además, los resultados aquí presentados se ajustan a ciertos contextos donde se sugiere que la pigmentación dorsal se correlaciona con las conductas de escape y modo de forrajeo (Hawlena *et al.* 2006). Por otra parte, los resultados de la coloración dorsal, difieren de lo encontrado en otras lagartijas, ya que se ha observado que el color está relacionado con el sexo, ya que durante la temporada de apareamiento y reproducción puede funcionar como indicador social (Cooper y Greenberg 1992; Aragón 2001; Martín y López 2009).



Por otra parte, para la región ventral no se encontraron diferencias en la región gular, ni en el pecho de las lagartijas entre machos y hembras. En otras especies se ha observado que los machos son más coloridos que las hembras en garganta y en pecho (Macedonia *et al.* 2004; Martín y López 2009; Langkilde y Boronow 2010). Es posible que la falta de dicromatismo sexual en pecho y garganta de *Aspidoscelis costata costata* se deba a la variación en la coloración entre individuos, o que la coloración en estas zonas no funcione como atributo u ornamento para atraer al sexo opuesto, sino más bien puede funcionar como una señal de aviso del estado reproductivo de los individuos sin importar su sexo y tamaño, tal y como sucede en *Tropidurus torquatus* y *Lacerta monticola*, especies en las que el color está asociado a los ciclos reproductivos (Aragón 2001; Pinto *et al.* 2005). Sin embargo, sería importante medir la coloración ultravioleta en estas regiones ya que se sabe que las lagartijas pueden detectar este tipo de coloración, aunado a ello se ha reportado que la selección sexual favorece las coloraciones ultravioleta más visibles (Cooper y Greenberg 1992).

Por otro lado, se observó un claro dicromatismo sexual en el abdomen de *Aspidoscelis costata costata*. Los machos presentaron coloraciones más intensas (azul) que las hembras (opacas o sin color) (Figura 16). Estos resultados son consistentes con diversos estudios en lacertilios, en donde los machos presentan colores brillantes e intensos en la región del abdomen (Baird *et al.* 1997; Smith y John-Alder 1999; Macedonia *et al.* 2004; Cox *et al.* 2005; Stapley 2006; Langkilde y Boronow 2010). Además, dentro del género *Aspidoscelis* se ha registrado dicromatismo sexual, especialmente en el abdomen, en el cual los machos adultos presentan color azul y las hembras colores pálidos (Duellman y Zweifel 1962). Aunado a ello, siguiendo el patrón de coloración dorsal, los individuos moteados tuvieron los colores de la región ventral más fuertes que los individuos rayados, por lo que se sugiere que esta variación en el color guarda fuertes asociaciones con la edad.

Por otro lado, los resultados encontrados entre estatus nos indica que el color parece no funcionar como señal de dominancia, ya que tanto individuos dominantes como subordinados presentan colores similares en la región dorsal y



ventral; contrario a lo que sucede en otras lagartijas, en el cual, los individuos dominantes presentan colores más intensos y brillantes (Carpenter y Grubits 1960; Cooper y Vitt 1987; Baird *et al.* 1997; Smith y John-Alder 1999; López *et al.* 2004; Summers *et al.* 2004; Stapley 2006; Martín y López 2009; Langkilde y Boronow 2010).

De manera particular, en machos las diferencias encontradas entre los individuos moteados y rayados nos indica que los machos jóvenes subordinados (rayados) pueden retrasar el desarrollo de la coloración ventral y adoptar estrategias reproductoras alternativas, similar a lo que sucede en *Psammotromus algirus* y *Lacerta monticola*, en las que si los machos pueden señalar su habilidad para la lucha a través de la coloración, este sería un mecanismo ventajoso para reducir la frecuencia de los encuentros agresivos y no agresivos (Martín y Forsman 1999; Aragón *et al.* 2001) y sus costos asociados. Además, para los machos rayados sería demasiado costoso invertir en coloración y defensa de un territorio, por lo que se sugiere que estos optan por invertir energía en su crecimiento para más tarde buscar reproducirse, tal y como sucede en *Anolis carolinensis*, donde los machos subordinados a través de la experiencia en encuentros agonísticos desplazan a los individuos dominantes accediendo a las hembras (Farrell y Wilczynski 2006). Por otro lado, es importante resaltar que en la especie estudiada no existe una selección sexual por parte de las hembras; sin embargo, ha sido posible observar que los machos dominantes pueden forzar a las hembras a copular (Carmen-Cristóbal *et al.* en proceso). Sin embargo, los resultados de este y otros estudios también sugieren que la oportunidad de cópulas exitosas por los machos dominantes puede ser menor incluso en ausencia de los machos subordinados ya que las hembras pueden rechazar los intentos de cópula por parte de los machos dominantes. Los machos dominantes sólo tendrían éxito consiguiendo cópulas forzadas si fuesen capaces de anular la resistencia de la hembra por lo que se sugiere que el desarrollo de la coloración puede jugar un papel importante ya que el tamaño y las señales químicas podrían ser difícil de estimarse con precisión a distancia (Martín y Forsman 1999). Así, los machos dominantes (con color abdominal intenso) pueden ser fácilmente percibidos en la distancia y serían capaces de expulsar a sus competidores (machos con colores



abdominales opacos), evitando un encuentro agonístico potencialmente costoso para ambos competidores.





## 8 CONCLUSIONES

La agresividad de *Aspidoscelis costata costata* es similar entre sexos y entre el patrón de coloración dorsal. Sin embargo, en machos los individuos moteados son más agresivos que los individuos rayados. Además, se encontró una relación entre la dominancia y la agresividad, ya que los individuos dominantes fueron más agresivos que los subordinados.

Las hembras son más sociables que los machos, mientras que no se observaron diferencias entre el patrón de coloración dorsal ni entre el estatus en cada sexo en relación con la sociabilidad.

El tiempo de actividad fue mayor en hembras que en machos. En machos, los individuos moteados (dominantes) resultaron más activos que los individuos rayados (subordinados). En hembras no se observaron tales diferencias.

El porcentaje de melanina presente en el dorso es similar entre machos y hembras; sin embargo, las lagartijas rayadas presentan mayor grado de melanización en el dorso que las lagartijas moteadas.

La coloración en *Aspidoscelis costata costata* puede tener diversas funciones y señales, la coloración dorsal parece estar involucrada en camuflaje, ya que no se observaron diferencias en la coloración dorsal entre sexos, patrón de coloración, ni entre estatus. La coloración abdominal parece señalar madurez y dimorfismo sexual ya que los machos presentan colores más intensos (azul) y las hembras colores opacos; asimismo, los individuos moteados presentan colores más intensos que las lagartijas rayadas.



## 9 LITERATURA CITADA

Aguilar, M. X., Casas, A. G., Cárdenas, R. P. J. y Cantellano, D. R. E. 2009. Análisis espacial y conservación de los anfibios y reptiles del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 16: 171-180.

Aguilar-Moreno, M. 2009. *Evaluación del dimorfismo sexual y del ámbito hogareño en Aspidoscelis costata costata (Squamata: Teiidae) en Tonatico, Estado de México*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.

Alcock, J. 2009. *Animal Behavior*, Massachusetts, USA, Sinauer Associates.

Ambríz-Rosales, I. 2014. *Evaluación histológica testicular y viabilidad de espermatozoides de Aspidoscelis costata costata (Squamata: Teiidae) en Tonatico, Estado de México*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.

Ancona, S., Drummond, H. y Zaldivar-Rae, J. 2010. Male whiptail lizards adjust energetically costly mate guarding to male-male competition and female reproductive value. *Animal Behaviour*, 79: 75-82.

Anderson, R. A. y Vitt, L. J. 1990. Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in teiid lizards. *Oecologia*, 84: 145-157.

Andersson, M. 1994. *Sexual selection*, Princeton. Princeton University.

Aragón, C. P. 2001. *Mecanismos para reducir los costes derivados de los encuentros agresivos en los machos de la lagartija serrana (Lacerta monticola)*. Tesis de Doctorado, Universidad Complutense De Madrid.

Aragón, P., López, P. y Martín, J. 2001. Seasonal changes in activity and spatial and social relationships of the Iberian rock lizard, *Lacerta monticola*. *Canadian Journal of Zoology*, 29: 1965-1971.

Baird, T. A., Fox, S. F. y McCoy, J. K. 1997. Population differences in the roles of size and coloration in intra- and intersexual selection in the collared lizard, *Crotaphytus collaris*. influence of habitat and social organization. *Behav Ecol*, 8: 506-517.

Belver, L. C., Kozykariski, M. L. y Avila, L. J. 2010. Diferencias sexuales y etarias en la actividad diaria y estacional de una población de *Liolaemus koslowskyi* (Liolaemini). *Cuadernos de herpetología*, 24: 71-79.

Benítez-Dolores, E. 2011. *Selección de sitios de anidación en relación a la temperatura y humedad por Aspidoscelis costata costata (Squamata: Teiidae)*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.



Bergman, T. J. y Beehner, J. C. 2008. A simple method for measuring colour in wild animals: validation and use on chest patch colour in geladas (*Theropithecus gelada*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 94: 231-240.

Blumstein, D. T., Wey, T. W. y Tang, K. 2009. A test of the social cohesion hypothesis: interactive female marmots remain at home. *Proc Biol Sci*, 276: 3007-12.

Butterfield, B. P., Hauge, J. B. y Flanagan, A. 2009. Identity, Reproduction, Variation, Ecology, and Geographic Origin of a Florida Adventive: *Cnemidophorus lemniscatus* (Rainbow Whiptail Lizard, Sauria: Teiidae). *Southeastern Naturalist*, 8: 45-54.

Carmen-Cristóbal, J. M., D'Alba Altamirano, L., Garatachia-Sánchez, S., Hernández-Gallegos, O. y Ruiz-Gómez, M. D. L. en proceso. Mate choice in relation to aggression, dominance and coloration in the Western Mexico whiptail.

Carpenter, C. C. y Grubits, G. 1960. Dominance Shifts in the Tree Lizard (*Urosaurus ornatus*: Iguanidae). *The Southwestern Naturalist*, 5: 123-128.

Castro, F. R. y Bustos, Z. M. G. 2003. Lagartijas de Morelos, México: distribución, hábitat y conservación. *Acta Zoológica Mexicana*, 88: 123-142.

Castrucci, A. M. L., Sherbrooke, W. C. y Zucker, N. 1997. Regulation of physiological color change in dorsal skin of male tree lizards *Urosaurus ornatus*. *Herpetologica* 53: 405-410.

Censky, E. J. 1995. Mating and reproductive success in the teiid lizard, *Ameiva plei*. *Behaviour*, 132: 529-557.

Cooper, W. E. y Greenberg, N. 1992. Reptilian coloration and behavior. In: Gans, C. & Crews, D. (eds.) *Hormones, Brain and Behavior*. University of Chicago ed. Chicago, EEUU.

Cooper, W. E. y Vitt, L. J. 1987. Deferred agonistic behavior in a long-lived scincid lizard *Eumeces laticeps*. Field and laboratory data on the roles of body size and residence in agonistic strategy. *Oecologia*, 72: 321-326.

Cote, J. y Clobert, J. 2007. Social personalities influence natal dispersal in a lizard. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 274: 383-390.

Cote, J., Clobert, J., Brodin, T., Fogarty, S. y Sih, A. 2010a. Personality-dependent dispersal: characterization, ontogeny and consequences for spatially structured populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365: 4065-4076.



Cote, J., Dreiss, A. y Clobert, J. 2008. Social personality trait and fitness. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275: 2851-2858.

Cote, J., Fogarty, S., Weinersmith, K., Brodin, T. y Sih, A. 2010b. Personality traits and dispersal tendency in the invasive mosquitofish (*Gambusia affinis*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277: 1571-1579.

Cox, R. M., Skelly, S., Leo, A. y John-Alder, H. B. 2005. Testosterone Regulates Sexually Dimorphic Coloration in the Eastern Fence Lizard, *Sceloporus undulatus*. *Copeia*, 3: 597-608.

Creer, D. A. 2005. Correlations between Ontogenetic Change in Color Pattern and Antipredator Behavior in the Racer, *Coluber constrictor*. *Ethology*, 111: 287-300.

Dale, J. 2000. Ornamental plumage does not signal male quality in red-billed queleas. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 267: 2143-2149.

Dingemanse, N. J., Both, C., Drent, P. J. y Tinbergen, J. M. 2004. Fitness consequences of avian personalities in a fluctuating environment. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 271: 847-852.

Dreiss, A., Henry, I., Ruppli, C., Almasi, B. y Roulin, A. 2010. Darker eumelanin barn owls better withstand food depletion through resistance to food deprivation and lower appetite. *Oecologia*, 164: 65-71.

Drews, C. 1993. The concept and definition of dominance in animal behaviour. *Behaviour*, 125: 283-313.

Duckworth, R. A. y Badyaev, A. V. 2007. Coupling of dispersal and aggression facilitates the rapid range expansion of a passerine bird. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 15017-15022.

Ducrest, A.-L., Keller, L. y Roulin, A. 2008. Pleiotropy in the melanocortin system, coloration and behavioural syndromes. *Trends in Ecology and Evolution*, 23: 502-510.

Duellman, W. E. y Zweifel, R. G. 1962. *A synopsis of the lizards of the sexlineatus group (genus Cnemidophorus)*, Bulletin of the American Museum of Natural History.

Ellenberg, U., Mattern, T. y Seddon, P. J. 2009. Habituation potential of yellow-eyed penguins depends on sex, character and previous experience with humans. *Animal Behaviour*, 77: 289-296.

Farrell, W. J. y Wilczynski, W. 2006. Aggressive experience alters place preference in green anole lizards, *Anolis carolinensis*. *Animal Behaviour*, 71: 1155-1164.

---



Forsman, A. y Shine, R. 2005. The adaptive significance of colour pattern polymorphism in the Australian scincid lizard *Lampropholis delicata*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 55: 273-291.

Francis, R. C. 1983. Experiential effects on agonistic behavior in the paradise fish, *Macropodus opercularis*. *Behaviour*, 85: 292-313.

Francis, R. C. 1988. On the Relationship between Aggression and Social Dominance. *Ethology*, 78: 223-237.

Granados-González, G., Rheubert, J. L., Villagrán-Santacruz, M., González-Herrera, M. E., Dávila-Cedillo, J. V., Gribbins, K. M. y Hernández-Gallegos, O. 2013. Male reproductive cycle in *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae) from Tonatico, Estado de México, México. *Acta Zoologica*: n/a-n/a.

Hawlena, D., Bochnik, R., Abramsky, Z. y Bouskila, A. 2006. Blue tail and striped body: why do lizards change their infant costume when growing up? *Behavioral Ecology*, 17: 1-8.

Healey, M. y Olsson, T. U. M. 2007. Seeing red: morph-specific contest success and survival rates in a colour-polymorphic agamid lizard. *Animal Behavior*, 74: 337-341.

Heredia-Morales, A. R. 2012. *Personalidad en crías de Aspidoscelis costata costata (Squamata:Teiidae)*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autonoma del Estado de México.

Hernández-Gallegos, O. y Domínguez-Vega, H. 2012. Cambio estacional en la coloración dorsal de la lagartija *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae). *Rev. Biol. Trop*, 60: 405-412.

Hernández-Hernández, L. 2010. *Ciclo reproductor de Aspidoscelis costata costata (Squamata: Teiidae) en Tonatico, Estado de México*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México.

Hews, D. K. y Quinn, V. S. 2003. Endocrinology of species differentiation of secondary sex character in three lizards, *Urosaurus ornatus*. *Gen. Comp. Endocrin.*, 97: 86-102.

Hickman, C., Roberts, L. y Larson, A. 2001. *Soporte protección y movimiento*. En: *Principios integrales de Zoología*, Madrid, España.

Hill, G. E. 2006. Female mate choice for ornamental coloration. In *Bird Coloration. Vol. II. Function and Evolution*, G.E. Hill and K.J. McGraw, eds. (Cambridge, MA: Harvard University Press),. pp. 137–200.



Ims, R. A. 1990. Determinants of natal dispersal and space use in gray-sided voles, *Clethrionomys rufocanus* a combined field and laboratory experiment. *Oykos*, 57: 106-113.

INEGI. 2007. *Síntesis de Información Geográfica del Estado de México* [Online]. Available: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15> [Accessed 8 Julio 2011].

Jackson, J. F., Ingram Iii, W. y Campbell, H. W. 1976. The Dorsal Pigmentation Pattern of Snakes as an Antipredator Strategy: A Multivariate Approach. *The American Society of Naturalist*, 110: 1029-1053.

Korte, S. M., Koolhaas, J. M., Wingfield, J. C. y McEwen, B. S. 2005. The Darwinian concept of stress: benefits of allostasis and costs of allostatic load and the trade-offs in health and disease. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29: 3-38.

Langkilde, T. y Boronow, K. E. 2010. Color as a Signal: The Relationship between Coloration and Morphology in Male Eastern Fence Lizards, *Sceloporus undulatus*. *Journal of Herpetology*, 44: 261-271.

Larson, E. T. y Summers, C. H. 2001. Serotonin reverses dominant social status. *Behavioral Brain Research*, 121: 95-102.

Le Galliard, J.-F., Fitze, P. S., Ferrière, R. y Clobert, J. 2005. Sex ratio bias, male aggression, and population collapse in lizards. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102: 18231-18236.

Lister, B. C. y Aguayo, A. G. 1992. Seasonality, predation, and the behaviour of a tropical mainland anole. *Animal Ecology*, 61: 717-733.

López, P., Martín, J. y Cuadrado, M. 2004. The Role of Lateral Blue Spots in Intrasexual Relationships Between Male Iberian Rock-Lizards, *Lacerta monticola*. *Ethology*, 110: 543-561.

López-Moreno, A. E. 2011. *Efecto de la temperatura de incubación sobre el fenotipo de Aspidoscelis costata costata (Squamata: Teiidae)*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.

Macedonia, J. M., Husak, J. F., Brandt, Y. M., Lappin, A. K. y Baird, A. T. A. 2004. Sexual Dichromatism and Color Conspicuousness in Three Populations of Collared Lizards (*Crotaphytus collaris*) from Oklahoma. *Journal of Herpetology*, 38: 340-354.

Marler, C. A. y Moore, M. C. 1988. Evolutionary costs of aggression revealed by testosterone manipulations in free-living male lizards. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 23: 21-26.



Martín, J. y Forsman, A. 1999. Social costs and development of nuptial coloration in male *Psammmodromus algirus* lizards: an experiment. *Behavioral Ecology*, 10: 396-400.

Martín, J. y López, P. 2009. Multiple color signals may reveal multiple messages in male Schreiberi's green lizards, *Lacerta schreiberi*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63: 1743-1755.

Maslini, T. P. y Secoy, D. M. 1986. A checklist of the lizard genus *Cnemidophorus* (Teiidae). *University of Colorado Museum Contributions in Zoology*, 1: 1-60.

Mateos-Gonzalez, F. y Senar, J. C. 2012. Melanin-based trait predicts individual exploratory behaviour in siskins, *Carduelis spinus*. *Animal Behaviour*, 83: 229-232.

Mcgaugh, S. E. 2008. Color Variation among Habitat Types in the Spiny Softshell Turtles (Trionychidae: *Apalone*) of Cuatrociénegas, Coahuila, Mexico. *Journal of Herpetology*, 42: 347-353.

Mcgraw, K. J. 2008. An update on the honesty of melanin-based color signals in birds. *Pigment Cell Melanoma Res*, 21: 133-138.

Midamegbe, A., Grégoire, A., Perret, P. y Doutrelant, C. 2011. Female-female aggressiveness is influenced by female coloration in blue tits. *Animal Behaviour*: 1-9.

Morrison, R. L., Rand, M. S. y Frost-Mason, S. K. 1995. Cellular basis of color differences in three morphs of the lizard *Sceloporus undulatus erythrocheilus*. *Copeia*: 397-408.

Muñoz-Manzano, J. A. 2010. *Dieta de Aspidoscelis costata costata en el sur del Estado de México*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México.

Norris, K. S. 1965. Color adaptation in desert reptiles and its thermal relationships, p. 162-226. En: Rosenblum, E. B. 2005. The role of phenotypic plasticity in color variation of Tularosa Basin lizards. *Copeia*, 3: 586-596.

Parcher, S. R. 1974. Observations on the Natural Histories of Six Malagasy Chamaeleontidae. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 34: 500-523.

Perry, G., Levering, K., Girard, I. y Garland Jr., T. 2004. Locomotor performance and social dominance in male *Anolis cristatellus*. *Animal Behaviour*, 67: 37-47.

Pinto, A. C. S., Wiederhecker, H. C. y Colli, G. R. 2005. Sexual dimorphism in the Neotropical lizard, *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae). *Amphibia-Reptilia*, 26: 127-137.



Plavicki, J., Yang, E.-J. y Wilczynski, W. 2004. Dominance status predicts response to nonsocial forced movement stress in the green anole lizard (*Anolis carolinensis*). *Physiology & Behavior*, 80: 547-555.

Poisbleau, M., Fritz, H., Valeix, M., Perroi, P.-Y., Dalloyau, S. y Lambrechts, M. M. 2006. Social dominance correlates and family status in wintering dark-bellied brent geese, *Branta bernicla bernicla*. *Animal Behaviour*, 71: 1351-1358.

Pryke, S. R. y Griffith, S. C. 2006. Red dominates black: agonistic signalling among head morphs in the colour polymorphic *Gouldian finch*. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 273: 949-957.

Rangel-Patiño, C. A. 2014. *Evaluación del perfil conductual en respuesta a cambios ambientales y su relación con la inmunidad innata en Aspidocelis costata costata (Squamata: Teiidae)*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.

Reale, D., Reader, S. M., Sol, D., Mcdougall, P. T. y Dingemanse, N. J. 2007. Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biol Rev* 82: 291-318.

Reeder, T. W., Cole, C. J. y Dessauer, H. C. 2002. Phylogenetic Relationships of Whiptail Lizards of the Genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): A Test of Monophyly, Reevaluation of Karyotypic Evolution, and Review of Hybrid Origins. *American Museum Novitates*, 3365: 1-61.

Rodríguez-Prieto, I., Martín, J. y Fernández-Juricic, E. 2011. Individual variation in behavioural plasticity: direct and indirect effects of boldness, exploration and sociability on habituation to predators in lizards. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278: 266-273.

Rodríguez-Romero, F., Hernández-Gallegos, O. y López-González, L. 2003. *Aspidoscelis costata costata*. Geographic distribution. *Herpetological Review*, 34: 383.

Rosenblum, E. B. 2005. The role of phenotypic plasticity in color variation of Tularosa Basin lizards. *Copeia*, 3: 586-596.

Rosenblum, E. B., Hoekstra, H. y Nachman, M. W. 2004. Adaptive reptile color variation and the evolution of the MC1R gene. *Evolution*, 58: 1974-1808.

Roulin, A. 2004. - The evolution, maintenance and adaptive function of genetic colour polymorphism in birds. *Biological Reviews* 79 ( 4): 815- 848.





Rowe, J. W., Clark, D. L. y Porter, M. 2006. Shell Color Variation of Midland Painted Turtles (*Chrysemys picta marginata*) Living In Habitats with Variable Substrate Colors. *Herpetological Review*, 37: 293-297.

Rubio-Blanco, T. 2011. *Termorregulación y actividad de Aspidozelis costata costata* (Squamata: Teiidae). Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.

Sacchi, R., Pellitteri-Rosa, D., Bellati, A., Di Paoli, A., Ghitti, M., Scali, S., Galeotti, P. y Fasola, M. 2013. Colour variation in the polymorphic common wall lizard (*Podarcis muralis*): An analysis using the RGB colour system. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology*, 252: 431-439.

Schtickzelle, N., Fjerdingstad, E. J., Chaine, A. y Clobert, J. 2009. Cooperative social clusters are not destroyed by dispersal in a ciliate. *BMC Evol Biol*, 9: 251.

Senar, J. C. 2004. Señales de dominancia. *Mucho mas que plumas*. Barcelona, España: CSIC.

Senar, J. C. 2006. Color displays as intrasexual signals of aggression and dominance. *Bird coloration*, 2: 87-136.

Sherbrooke, W. C., Castrucci, A. M. L. y Hadley, M. E. 1994. Temperature Effects on in vitro Skin Darkening in the Mountain Spiny Lizard, *Sceloporus jarrovi*: A Thermoregulatory Adaptation? *Physiological Zoology*, 67: 659-672.

Sih, A., Bell, A. M., Johnson, J. C. y Ziemba, R. E. 2004. Behavioral syndromes: an integrative overview. *THE QUARTERLY REVIEW OF BIOLOGY*, 79: 241-277.

Sinervo, B. y Clobert, J. 2003. Morphs, Dispersal Behavior, Genetic Similarity, and the Evolution of Cooperation. *Science*, 300: 1949-1951.

Sinervo, B. y Lively, C. M. 1996. The rock-paper-scissors game and the evolution of alternative male strategies. *Nature*, 380: 1-4.

Smith, L. C. y John-Alder, H. B. 1999. Seasonal Specificity of Hormonal, Behavioral, and Coloration Responses to Within- and Between-Sex Encounters in Male Lizards (*Sceloporus undulatus*). *Hormones and Behavior*, 36: 39-52.

Stapley, J. 2006. Individual variation in preferred body temperature covaries with social behaviours and colour in male lizards. *Journal of Thermal Biology*, 31: 362-369.

Stephen, C. A. y Warren, P. P. 1993. Temperature, activity, and lizard life histories. *The American Naturalist*, 142: 273-295.



Stuart-Fox, D. M. y Ord, T. J. 2004. Sexual selection, natural selection and the evolution of dimorphic coloration and ornamentation in agamid lizards. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271: 1-8.

Summers, C. H., Forster, G. L., Korzan, W. J., Watt, M. J., Larson, E. T., Verli, Y., H Glund, E., Ronan, P. J., Summers, T. R., Renner, K. J. y Greenberg, N. 2004. Dynamics and mechanics of social rank reversal. *Journal of Comparative Physiology A*, 191: 241-252.

Summers, C. H. y Greenberg, N. 1994. Somatic correlates of adrenergic activity during aggression in the lizard, *Anolis carolinensis*. *Hormones and behavior*, 28: 29-40.

Vázquez, I. y Priciliano, O. 1999. *Tonatico, Monografía municipal*, Toluca, Estado de México, México.

Vitt, L. J. y Pianka, E. R. 2003. Historical patterns in lizard ecology: What teiids can tell us about lacertids. In: Pérez-Mellado, V., Riera, N. And Perera, A. (ed.) *The Biology of Lacertid lizards. Evolutionary and Ecological Perspectives*. Institut Menorquí d'Estudis, Recerca 8: 139-157.

While, G. M., Sinn, D. L. y Wapstra, E. 2009. Female aggression predicts mode of paternity acquisition in a social lizard. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 276: 2021-2029.

Whitfield, D. P. 1987. Plumaje variability, status signalling and individual recognition in avian flocks. *Trend. Ecol. Evol.*, 2: 13-18.

Wolf, M., Van Doorn, G. S. y Weissing, F. J. 2008. Evolutionary emergence of responsive and unresponsive personalities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105: 15825-15830.

Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. *Prentice Hall*: 663 pp.



Algunos de los resultados de este estudio forman parte del artículo científico “Mate choice in relation to aggression, dominance and coloration in the western Mexico whiptail” que fue enviado a la revista “Acta Ethologica” que tiene un factor de impacto de 1.147. El journal fue elegido porque aborda diferentes temas en la conducta de los seres humanos y otros animales, como adaptaciones a la plasticidad conductual, variaciones individuales y geográficas en la conducta, mecanismos subyacentes al comportamiento, procesos y funciones de la conducta evolutiva, etc.





Maria de Lourdes Ruiz <[ruiz.gomez.maria@gmail.com](mailto:ruiz.gomez.maria@gmail.com)>

---

**ACET: Submission Confirmation for MATE CHOICE IN RELATION TO AGGRESSION, DOMINANCE AND COLORATION IN THE WESTERN MEXICO WHIPTAIL**  
1 message

**ACET Editorial Office** <[jjordao@ispa.pt](mailto:jjordao@ispa.pt)>

10 January 2014 22:43

To: MARIA DE LOURDES RUIZ-GOMEZ <[ruiz.gomez.maria@gmail.com](mailto:ruiz.gomez.maria@gmail.com)>

Dear DR. RUIZ-GOMEZ,

Your submission entitled "MATE CHOICE IN RELATION TO AGGRESSION, DOMINANCE AND COLORATION IN THE WESTERN MEXICO WHIPTAIL" has been received by journal Acta Ethologica

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an author. The URL is <http://acet.edmgr.com/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Editorial Office  
Acta Ethologica

Now that your article will undergo the editorial and peer review process, it is the right time to think about publishing your article as open access. With open access your article will become freely available to anyone worldwide and you will easily comply with open access mandates. Springer's open access offering for this journal is called Open Choice (find more information on [www.springer.com/openchoice](http://www.springer.com/openchoice)). Once your article is accepted, you will be offered the option to publish through open access. So you might want to talk to your institution and funder now to see how payment could be organized; for an overview of available open access funding please go to [www.springer.com/oa/funding](http://www.springer.com/oa/funding).

Although for now you don't have to do anything, we would like to let you know about your upcoming options.

# Acta Ethologica

## MATE CHOICE IN RELATION TO AGGRESSION, DOMINANCE AND COLORATION IN THE WESTERN MEXICO WHIPTAIL

--Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Full Title:</b>	MATE CHOICE IN RELATION TO AGGRESSION, DOMINANCE AND COLORATION IN THE WESTERN MEXICO WHIPTAIL
<b>Article Type:</b>	Original Article
<b>Keywords:</b>	Dominance; aggression; colouration; <i>Aspidoscelis costata costata</i>
<b>Corresponding Author:</b>	MARIA DE LOURDES RUIZ-GOMEZ, PH.D. UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO TOLUCA, MEXICO MEXICO
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	JUAN MANUEL CARMEN-CRISTÓBAL
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	JUAN MANUEL CARMEN-CRISTÓBAL LILIANA D'ALBA-ALTAMIRANO SUSANA GARATACHÍA-SÁNCHEZ OSWALDO HERNÁNDEZ-GALLEGOS MARIA DE LOURDES RUIZ-GOMEZ, PH.D.
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>	
<b>Abstract:</b>	<p>In many vertebrate species, including lizards, dominance may determine access to space, food and mates and may be signaled by morphological traits such as coloration. In the lizard <i>Aspidoscelis costata costata</i>, individual adults present either of two dorsal color patterns (spotted and striped), which change ontogenetically and are produced by varying melanin deposition. Here, we assessed aggressive and non-aggressive interactions and dominance between individuals from both color patterns. Female's mate choice and the differences in the dorsal and abdominal RGB coloration were also characterized. The results indicate that dominance in this species does not depend on sex or body length, however, dominant individuals were more aggressive than subordinates. We did not detect any signs of females' choice for any particular male; however, dominant males copulated more often and guarded the females after copulation. Females were more sociable than males. It may be that in this species, the relationship between the dorsal melanin pattern and the ventral coloration may signal the link between behaviour and age. This could be important during the reproductive season, especially for older individuals who, due to decreased potential of future reproduction, would benefit by gaining access to females thereby securing the chances of mating. Regarding sociability, it may be that social tolerance in this species may be influenced by female reproduction, as males do not seem to benefit from being sociable. Therefore, coloration and dominance in <i>Aspidoscelis costata costata</i> is tightly correlated, having potential implications for mating and fitness.</p>