



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

TESIS

PATRONES DE COLOR Y COMPORTAMIENTO DE *SCELOPORUS
HORRIDUS HORRIDUS* (SAURIA: PHRYNOSOMATIDAE) EN
CONDICIONES DE LABORATORIO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

PRESENTA

ADÁN MARTÍNEZ TORRES

DIRECTOR

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO

CUERNAVACA, MORELOS

JUNIO DE 2023



CONTENIDO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2.1. Señales visuales de interacción | 2 |
| 2.2. Comportamiento social en lagartijas..... | 3 |
| 2.3. <i>Sceloporus horridus horridus</i> | 4 |
| 3. OBJETIVOS..... | 4 |
| 4. HIPOTESIS..... | 5 |
| 5. ÁREA DE ESTUDIO..... | 5 |
| 6. MATERIAL Y MÉTODO..... | 5 |
| 6.1. Muestreo | 5 |
| 6.2. Mantenimiento de ejemplares en cautiverio..... | 5 |
| 6.2.1. Alimentación | 6 |
| 6.3.2. Observación del comportamiento | 6 |
| 6.4. Análisis estadístico | 8 |
| 7. RESULTADOS | 8 |
| 7.1. Comportamiento en temporada de reproducción | 8 |
| 7.2. Descripción general del comportamiento social..... | 10 |
| 7.2. Comportamiento entre machos | 11 |
| 7.3. Comportamiento entre hembras..... | 15 |
| 8. DISCUSIÓN..... | 21 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 23 |
| 10. LITERATURA CITADA..... | 24 |

1. INTRODUCCIÓN

En lagartijas, el sexo, el tamaño de cuerpo y la coloración, son características que determinan el comportamiento intraespecífico e interespecífico (Cooper y Greenberg 1992; Sinervo y Lively, 1996; Fallahpour, 2004; Weiss, 2005; Vera-Ramírez et al., 2012); y estas características se encuentran sujetas a selección natural (Stuart-Fox y Ord, 2004; Jiménez-Arcos et al., 2017) y la selección sexual (Cooper y Greenberg 1992; Andersson, 1994; Pérez I de Lanuza et al. 2013; Jiménez-Arcos et al., 2017). Por tanto, el establecimiento de caracteres ornamentales y de tamaño se relaciona con la interacción de factores bióticos y abióticos que rodean la historia de vida de las lagartijas (Stuart-Fox y Ord, 2004; Oufiero et al. 2011; Pérez I de Lanuza et al. 2013). En consecuencia, las especies desarrollan estrategias de comportamiento adecuadas al entorno con el fin de aumentar el éxito reproductor y la supervivencia (Blomberg y Shine 2000; Calsbeek y Smith 2007; Oufiero et al. 2011). Debido a que hay varios factores involucrados en el establecimiento de caracteres ornamentales, se han descrito distintas especies con variación en los patrones de color (dicromatismo sexual y/o policromatismo) y en los tamaños de cuerpo (dimorfismo sexual y/o polimorfismo) (Stuart-Fox y Ord, 2004; Rivero-Blanco y Schargel, 2012; Vera-Ramírez et al., 2012; Bustos et al., 2014; Pérez I de Lanuza et al. 2014). En las especies donde hay variación cromática, las interacciones son de mayor complejidad, debido a la relación de los componentes pigmentarios y su asociación con las condiciones costo-beneficio (Olsson et al., 2013).

La coloración contrastante comúnmente se ha relacionado con el tamaño de cuerpo grande y con un comportamiento más agresivo, lo cual se debe al costo que conlleva el mantenimiento de estas características, y refleja las capacidades del individuo para conseguir alimento, escapar de los depredadores y mantener una competencia con otros machos (Cooper y Greenberg 1992; Sinervo y Lively, 1996; Olsson et al., 2013). La coloración naranja o rojiza en lagartijas está asociada con los comportamientos más agresivos en machos y en hembras (Vera-Ramírez et al., 2012); y si es ejercida hacia uno de sus congéneres, puede relacionarse con la obtención de un recurso o con la dominancia (Sinervo y Lively, 1996; Weiss, 2005; Vera-Ramírez et al., 2012; Jiménez-Arcos et al., 2017). Sin embargo, el comportamiento agresivo de algunos individuos podría ser una limitante en la interacción de machos y hembras. Las hembras pueden evitar interactuar con machos que son agresivos o dominantes, debido al riesgo que conlleva la interacción con un macho violento (Lattanzio et al., 2014).

Las lagartijas *Sceloporus horridus horridus* son una especie con amplia distribución en el centro de México, en los estados de Oaxaca, Guerrero, sur de Puebla y Morelos (Castro-Franco y Bustos, 2003).

Se han observado tres morfos en los machos que se diferencian por el color presente en su garganta (naranja, azul y amarillo) y que se intensifican durante la temporada de reproducción (Bustos et al., 2014). Las hembras también presentan distintos patrones de color y estas variaciones se encuentran principalmente en la parte superior de la cabeza, distinguiéndose hembras con cabeza café, naranja y rojo (Martínez, 2019).

En este trabajo, se busca evaluar si el comportamiento social varía en función de los patrones de color de machos y hembras de *Sceloporus b. horridus*. La filmación de sus interacciones en condiciones de laboratorio proporciona la oportunidad de examinar los tipos de señales visuales que realizan machos y hembras fuera de la temporada de reproducción. Conocer el comportamiento en esta especie puede ayudar a comprender las implicaciones ecológicas y etológicas, para realizar con mayor eficiencia el uso y manejo de esta especie.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Señales visuales de interacción

La coloración nupcial es una coloración sexual secundaria que utilizan muchas especies de lagartijas en la reproducción; particularmente los machos, y poco usual en hembras (Cooper, 1988). En lagartijas del género *Sceloporus*, el desarrollo de colores más intensos al inicio de la temporada de reproducción forma parte de sus estrategias de reproducción (Cooper y Greenberg 1992; Sinervo y Lively, 1996; Fallahpour, 2004; Bustos et al., 2014). La coloración también puede funcionar como una señal visual que informa sobre el estado de las hembras, receptivas a la reproducción o grávidas (indispuestas para reproducirse). Frecuentemente las hembras con coloración desarrollan comportamientos agonísticos hacia los machos, y conservan los colores hasta que ocurre la ovoposición (Fallahpour, 2004). Concluida la temporada de reproducción, en algunas especies es más complicado identificar el morfo tipo de hembras y machos a simple vista.

Se han propuesto tres tipos de comportamientos que funcionan como señales visuales: despliegues de agresión y amenaza, huida o escape y sumisión (Nelson, 2006). Estos tipos de acciones forman parte del comportamiento agonístico, los cuales se relacionan con las interacciones de carácter conflictivo entre miembros de la misma especie (Lorenz, 1966). Sin embargo, no todas las especies mantienen estos tres grupos de comportamientos agonísticos. En el caso de *Liolaemus tenuis* se han descrito cuatro tipos comportamiento: ataque, advertencia, evasión y sumisión (Trigoso-Venarío et

al. 2002). En esta especie el ataque ha sido descrito mediante los mordiscos y embestidas, la advertencia con flexiones y agitaciones de la cabeza (Labra et al. 2007), y la conducta de sumisión mediante las vibraciones ondulatorias de sus colas (Font et al. 2010).

Existen muchas especies de lagartijas con gran diversidad morfológica, ecológica y conductual, por lo que la intensidad, forma y objetivo con el que realizan comportamientos agonísticos son distintos de una especie a otra. En el comportamiento agonístico se puede observar la agitación rápida o lenta de la cabeza, flexiones, el levantamiento de la cola, agitación de la cola y/o patas anteriores y posteriores, como también se puede observar el despliegue gular y el uso de la lengua ya sea al aire o sobre el sustrato (Labra et al., 2007; Bian et al., 2021). Normalmente estos despliegues agonísticos son suficientes para evitar el conflicto, dado que la intensidad de estos movimientos se ha relacionado con la fuerza y energía de los machos (Labra et al., 2007). Durante el cortejo las hembras pueden mostrarse quietas, receptivas (pueden realizar despliegues de cabeza), agresivas (puede morder o realizar movimientos bruscos), o indispuestas (huyen del macho); en el caso del movimiento rápido de cabeza, puede repetirse durante varios ciclos a diferentes intensidades (Ramos y Peters, 2016).

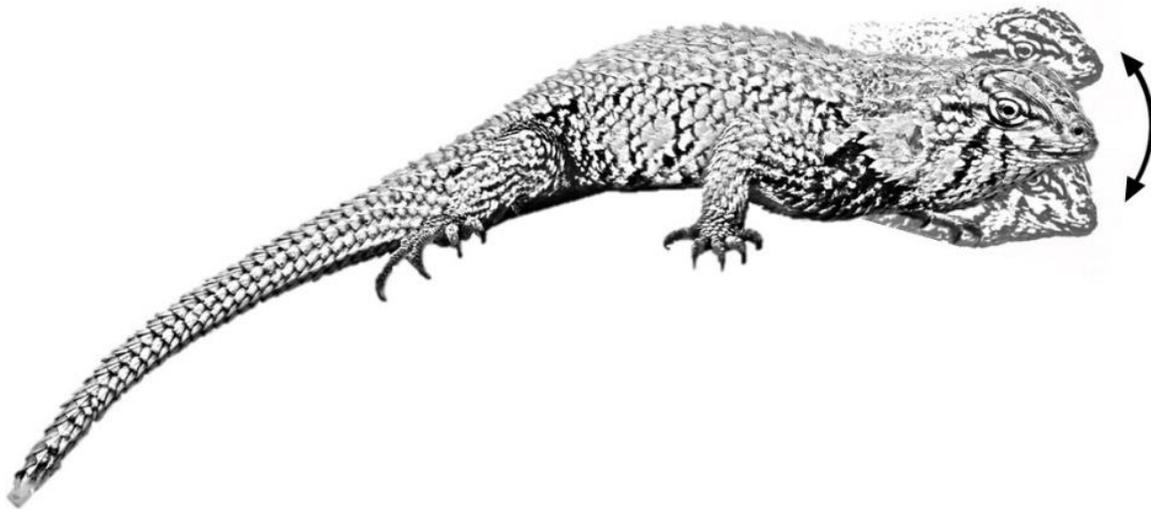


Figura 1. Movimiento agonístico de lagartijas. La flecha indica la dirección del movimiento.

2.2. Comportamiento social en lagartijas

Este comportamiento se caracteriza principalmente por generar un estatus social entre las poblaciones de lagartijas. Generalmente el comportamiento agresivo-dominante es desarrollado por ejemplares de tamaño grande, y pueden competir por la obtención de alimento, sitios de percha o por mejores refugios (Cooper y Greenberg, 1992; Vera-Ramírez et al., 2012). El comportamiento dominante también se ha observado en hembras, el cual se ejerce entre congéneres de distintas edades y entre miembros del mismo sexo (Sinervo y Lively, 1996; Weiss, 2005; Jiménez-Arcos et al., 2017).

El tamaño de cuerpo y los patrones de color suelen ser un buen indicador para predecir el comportamiento de los individuos. El comportamiento agresivo se ha observado comúnmente en individuos de coloración rojiza y naranja, o en ejemplares con patrones de color que cubren una mayor área corporal (Sinervo y Lively, 1996; Weiss, 2005; Vera-Ramírez et al., 2012). Los comportamientos pueden expresarse mediante la agresión física (mordidas) o con señales visuales que consisten en movimientos agonísticos como la agitación de la cabeza, cuerpo o cola, con variación de tiempo e intensidad en cada tipo de movimiento (Labra et al., 2007; Ramos y Peters, 2016).

2.3. *Sceloporus horridus horridus*

A pesar de la información disponible sobre los morfos en los machos (machos con color de garganta naranja, azul y amarillo), no se cuenta con los datos de comportamiento dominante entre los tipos de morfos. En las hembras también presentan variación en el color en la parte superior de la cabeza (Martínez, 2019), pero no se ha realizado un estudio de comportamiento que se relacione al color.

Con base en lo anterior, en este trabajo se aborda el tema de la variación del comportamiento en función del fenotipo de machos y hembras de *Sceloporus b. horridus*, en una población que se localiza en la parte más alta del área de distribución típica para esta especie.

3. OBJETIVOS

1. Describir el comportamiento entre un macho de morfo amarillo y una hembra de cabeza naranja en la temporada de reproducción con fines de comparación.
2. Describir y evaluar el comportamiento social de machos y hembras en función de sus patrones de color.
3. Describir y evaluar el comportamiento entre machos de distintos morfos.

4. Describir y evaluar el comportamiento de entre hembras con distintos patrones de color.

4. HIPÓTESIS

La variación en los fenotipos de color de machos y hembras de *Sceloporus horridus horridus*, produce variación en comportamiento social de esta especie como una función de sus características fenotípicas.

5. ÁREA DE ESTUDIO

Los muestreos se realizaron en el Campus Chamilpa de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (18° 58' 48.4" LN, 99° 14' 18.94" LO, 1864 msnm) debido a que este sitio es el de mayor altitud donde han sido registradas estas lagartijas. Forma parte del municipio de Cuernavaca, y tiene clima templado subhúmedo con lluvias en verano, y una humedad de 31.41%. Se registra una temperatura promedio de 20.8° C, y un rango de precipitación de 567 a 1848.5 mm (INEGI, 2017).

6. MATERIAL Y MÉTODO

6.1. Muestreo

Se capturaron ejemplares adultos considerando los tamaños promedio de longitud hocico cloaca (LHC); hembras con LHC 86.32 ± 7.94 mm y machos con LHC 90.66 ± 12.79 mm (Bustos et al., 2013). El muestreo se llevó a cabo a finales del mes de junio y mediados del mes de julio, además se hicieron muestreos posteriores en los meses de septiembre y noviembre, fechas en las que se ha registrado la disminución de la actividad reproductora en poblaciones de poca altitud (Valencia-Limón et al., 2014). Aunque no existen estudios que confirmen la sincronización de las fechas de reproducción en distintas elevaciones para *Sceloporus b. horridus*, lo observado en campo fueron ejemplares sin los patrones de color característicos de la reproducción.

6.2. Mantenimiento de ejemplares en cautiverio

Los ejemplares fueron mantenidos de forma individual en terrarios de 50x40x40 cm, cada terrario fue exclusivo para mantener a un solo individuo. Los terrarios fueron condicionados con 2.0 cm de sustrato natural, bebederos con agua limpia, troncos y rocas, de modo que estos últimos pudieran

funcionar como refugios y sitios de percha. En las esquinas de los terrarios se colocaron lámparas con espectro solar a una distancia de 40 cm respecto al sustrato, otorgando una temperatura ambiente de 28° C, y de 26° a 32°C en diferentes áreas del terrario como troncos, rocas o suelo.

6.2.1. Alimentación

Cada ejemplar fue pesado semanalmente para mantener controlado su peso; si perdían peso, se aumentaba la cantidad de alimento, si ganaban demasiado peso se moderaba la cantidad. El alimento proporcionado fue a base de grillos (*Acheta domestica*) y larvas de harina (*Tenebrio molitor*); los grillos proporcionaron proteínas, mientras que los gusanos agregaron grasas a la dieta, por lo que estos últimos funcionaron como un complemento de su alimentación y no como parte del alimento principal. De forma adicional, los grillos fueron espolvoreados con calcio y vitaminas D₃ en polvo una vez por semana.

6.3.2. Observación del comportamiento

La observación se realizó por parejas, y cada lagartija solo se usó en una sola vez por día, con el fin de evitar estrés. Para la observación del comportamiento social entre miembros del mismo sexo se agruparon en cinco parejas de machos y cinco más de hembras. Debido a que el número de individuos por cada patrón de color en los machos no fue par, se optó por realizar una pareja de machos azules, mientras que las cuatro parejas restantes estaban integradas por un macho azul y un macho amarillo. Del mismo modo, en hembras se optó por realizar una pareja de hembras con fenotipo café; dos parejas de hembra roja con hembra café; una pareja de hembra roja con una hembra naranja; y una pareja de hembra café y hembra naranja. Para observar el comportamiento entre hembras y machos con distintos patrones de color, se realizaron las siguientes parejas: tres parejas de hembra café – macho azul, dos parejas de hembra roja – macho azul, dos parejas de hembra café – macho amarillo, una pareja de hembra naranja – macho azul, una pareja de hembra naranja – macho amarillo, y una pareja de hembra roja - macho amarillo. En total se realizaron diez parejas.

Para la observación del comportamiento se empleó un terrario más grande, el cual contaba con dimensiones de 1.50 m de largo por 0.50 m de ancho y 0.50 m de alto. Para mantener el calor en todo el terrario se colocó un foco incandescente de 40w en la mitad del terrario a una altura de 40 cm para lograr una temperatura de 28° C. Este terrario contó con al menos 2 cm de sustrato natural y una pantalla de madera en el medio que evitaba la interacción inmediata de los individuos colocados en cada sección (Figura 2); en un lado se colocaba un macho perteneciente a un morfo específico y del

lado contrario se introducía una hembra cuya cabeza tenga uno de los tres fenotipos de color. Con el fin de observar el comportamiento del macho hacia la hembra en función de la coloración nupcial de ambos sexos, se efectuaron nueve combinaciones de interacción como se muestra en el Cuadro 1.

La pantalla que delimitaba el área de cada sección se retiraba después de un minuto de haber introducido a los ejemplares, tiempo en el que podían acostumbrarse al nuevo recinto. Una vez retirada la pantalla se comenzaba a registrar los movimientos mediante la grabación de una cámara Canon EOS ReIT3 con una duración de al menos 30 minutos, lo que ayudaba al conteo posterior de los movimientos y actividades de cada ejemplar; el registro de las acciones de cada ejemplar comenzó una vez que ambos realizaban su primer movimiento durante 10 minutos.

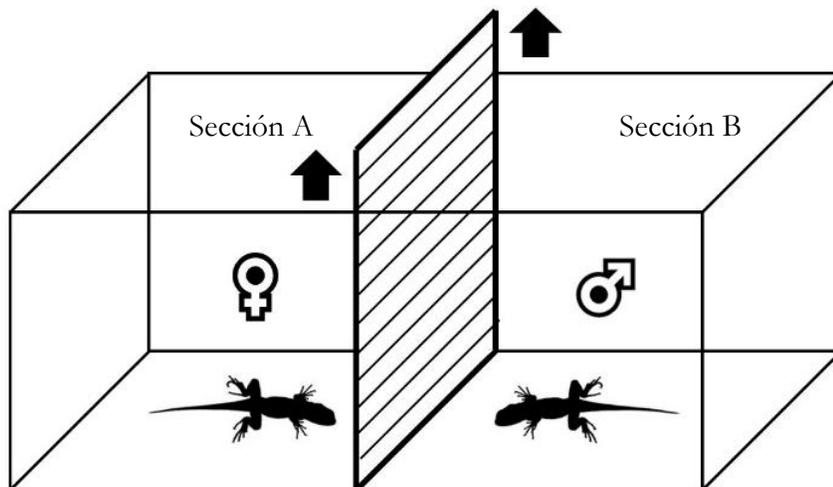


Figura 2. Representación del terrario para observar el comportamiento reproductor de *Sceloporus horridus horridus*. El terrario estará dividido por una pantalla de madera, de modo que se tendrá dos secciones, A y B

La duración de 25 minutos por cada video se debió a la demora que algunos ejemplares tenían antes de comenzar a moverse. Estos experimentos se llevarán a cabo de agosto a noviembre del 2021. Se tomó registro de los tipos de señales visuales y la cantidad de repeticiones con las que realizaban cada acción. Con la información recabada de todos los movimientos realizados por los machos y hembras se construyeron tablas de frecuencias.

6.4. Análisis estadístico

Con pruebas de Chi-cuadrada (X^2) se estimó la variación de los movimientos agonísticos y de interacción social realizados por los distintos machos (morfo azul, naranja y amarillo) hacia hembras (fenotipo café, naranja y rojo) en función de la coloración; también se estimó la variación de los movimientos realizados en las observaciones de la interacción entre machos de distintos morfos y entre hembras de diferentes fenotipos. Para los análisis se usó un nivel de significancia de $p=0.5$.

7. RESULTADOS

Se capturaron en total 20 ejemplares, 10 machos y 10 hembras. Los ejemplares capturados mostraban colores tenues de los patrones de color propios a ciertos morfos, debido a esta limitación, solo se logró capturar 6 machos con aparentes patrones de color azul y cuatro más con tonalidades amarillas. Respecto a las hembras, solo se obtuvieron tres con una cabeza roja (este color era menos intenso que los observados en la temporada de reproducción), dos hembras con cabeza naranja, y cinco con cabeza café.

7.1. Comportamiento en temporada de reproducción

Con el fin de tener un punto de comparación entre el comportamiento social y reproductor se realizaron seis observaciones del comportamiento de un macho de morfo amarillo hacia una hembra con cabeza naranja. De estas observaciones se registró la cantidad de agitación de la cabeza y el cuerpo (flexiones; Cuadro 1). En general, aunque no hubo diferencias significativas entre las observaciones (1-6) y las acciones ($X^2=34.9$, $g/25$) el comportamiento de cortejo consistió en una mezcla de movimientos con la cabeza (en promedio 13 movimientos por segundo) y flexiones en intervalos de tiempo. En el cortejo el macho hincha su garganta, acto que realiza desde el primer movimiento dirigido a la hembra, pero la repliega en ciertos momentos en los que se queda completamente inmóvil; también se observó que el macho lame el suelo antes o a lo largo del tiempo que dura el cortejo.

La hembra fue la primera en moverse en todas las observaciones de comportamiento, en cambio, al macho le tomó varios minutos antes de moverse y comenzar con el cortejo (Figura 3). Al igual que el resto de los experimentos, solo fueron expuestos a las condiciones de observación una vez al día durante seis días, con ello se pudo observar que el tiempo que demoraba el macho en comenzar el cortejo se redujo desde la primera interacción. Durante la primera observación el macho realizó la

mayor cantidad de flexiones registradas, pauso el acto más ocasiones que los días posteriores (Cuadro 1).

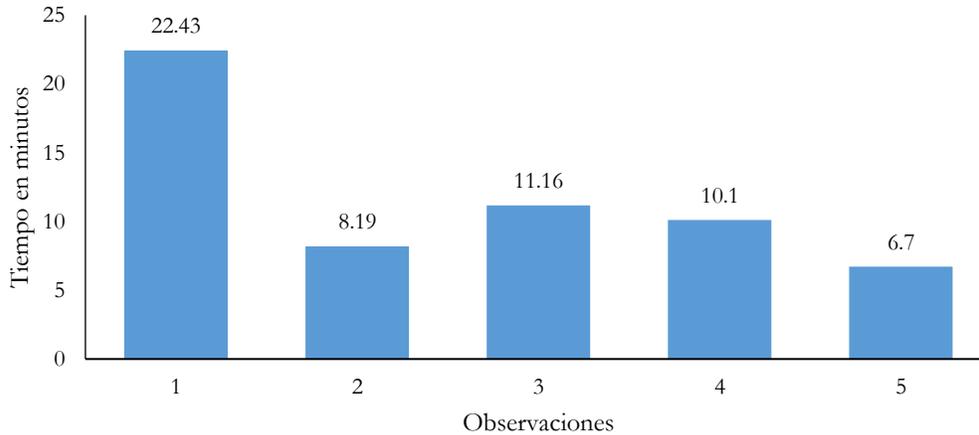


Figura 3. Tiempo que demoró en iniciar el cortejo un macho del morfo amarillo de *Sceloporus horridus horridus* en condiciones de laboratorio. Tiempo en minutos.

En todas las observaciones la hembra se acercó al macho arrastrando el cuerpo y agitando la cabeza de forma rápida; estos movimientos con la cabeza no son tan rápidos como lo observados en machos. En algunas de estas interacciones la hembra se acercó al macho para lamerlo; sin embargo, en todas las ocasiones la hembra tuvo un comportamiento de evasión después del primer acercamiento y contacto. El comportamiento de la hembra no mostró signos de agresión o receptivos. La reacción de la hembra ante el acercamiento del macho podría estar indicando una conducta de evasión (Cuadro 2). Para descartar un rechazo de la hembra asociado a un posible estado de gravidez se palpó el abdomen, descartando de esta manera la posibilidad de que la hembra rechazara al macho por tener huevos.

Cuadro 1. Frecuencia de acciones realizadas durante el cortejo de un macho del morfo amarillo hacia una hembra de morfo naranja en condiciones de laboratorio. La prueba de $X^2=34.9$, $gl=25$, $p=0.05$ no mostró variación entre las observaciones y las acciones.

| Acciones | Observaciones |
|----------|---------------|
|----------|---------------|

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Agitación de cabeza | 585 | 741 | 364 | 406 | 416 | 387 |
| Flexiones | 71 | 29 | 28 | 26 | 36 | 34 |
| Garganta hinchada | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| Uso de la lengua | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Acercamientos directos | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| Pausas del cortejo | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| Total | 667 | 776 | 399 | 441 | 461 | 428 |

En la mayoría de las observaciones el macho detuvo las interacciones con la hembra después de pausar el cortejo en dos ocasiones, al quedarse inmóvil por segunda ocasión volvía a moverse sin tener alguna interacción con la hembra, esto ocurrió incluso antes de que terminaran los diez minutos de observación.

Cuadro 2. Frecuencia de acciones de una hembra de *Sceloporus horridus horridus* de fenotipo naranja durante el cortejo de un macho perteneciente al morfo amarillo en condiciones de laboratorio. La prueba de $X^2=7.86$, $gl=15$, $p=0.05$ no mostró variación entre las observaciones y las acciones.

| Acciones | Observación | | | | | |
|---------------------|-------------|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Acercamientos | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Agitación de cabeza | 37 | 25 | 33 | 36 | 68 | 42 |
| Uso de la lengua | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Evasión | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |

7.2. Descripción general del comportamiento social

Los machos y hembras estudiados realizaron acciones como la agitación de la cabeza, flexiones, alzamiento de la cola, agitación de la punta de la cola y las patas delanteras como parte de las señales visuales. Solo en dos ocasiones se logró observar una conducta agresiva por parte de una hembra hacia otra. La interacción de los ejemplares en condiciones controladas disminuye considerablemente en

comparación a lo observado en temporada de reproducción, así como también la intensidad y constancia de las señales visuales utilizadas (Cuadro 1).

En general, durante las interacciones, los ejemplares no mostraban mucho interés por su congénere, por lo que las señales visuales realizadas por ambos sexos fueron observadas con poca frecuencia. Buena parte de las señales visuales registradas se realizaron alrededor de las mejores áreas de termorregulación. La intensidad y el tiempo invertido en las interacciones fue relativamente bajo; en ocasiones las señales visuales duraban escasos segundos, solían no moverse o incluso se enterraban durante buena parte de la grabación. En caso de enterrarse en el sustrato, salían al cabo de unos minutos o permanecían enterrados durante el resto de la grabación. No se notó ningún detonante específico para la acción de enterrarse.

7.2. Comportamiento entre machos

Solo en el 8% de las grabaciones entre machos fue observada la acción de agitar la cabeza. Esta acción se caracterizó por un movimiento rápido de la cabeza de forma vertical, al mismo tiempo que avanzaban directamente al ejemplar contrario, o mientras se dirigían a las áreas de termorregulación. Esta señal visual fue realizada solo por machos azules. En el caso de las flexiones, solo fue observado en una ocasión durante la filmación de dos machos azules; se contaron un total de 68 flexiones por parte de solo uno de los machos.

La acción de levantar la cola y mantenerla suspendida en el aire fue observado tanto en machos como en hembras, y este era acompañado de un comportamiento que reflejaba dominancia sobre el terrario; durante esta acción generalmente se colocaban con el cuerpo alzado, estirando las patas para no tocar el suelo con el cuerpo, y al mismo tiempo mantenían la cabeza erguida en un ángulo oblicuo. Los machos del morfo amarillo repitieron 31 veces esta acción, en contraste, los machos del morfo azul lo realizaron solo 17 veces. El levantamiento de la cola fue registrado en el 46% de las observaciones, convirtiéndose en la señal visual que mayor probabilidad tenía de ser observada durante estas interacciones.

El golpeteo del sustrato con la lengua fue observado en el 94% de las grabaciones (Figura 4); a diferencia de la búsqueda de alimento, esta acción se diferenció por ser rápida y sin observar fijamente un área por determinado tiempo; regularmente los machos y hembras lo realizaban antes de moverse y al desplazarse de un área a otra, una vez llegaban al nuevo sitio golpeaban el sustrato con la lengua (rara vez golpearon con la lengua el mismo sitio). El desplazamiento no tenía que ser muy amplio para

que los ejemplares golpearan el sustrato con su lengua; ocasionalmente, después de un corto periodo de tiempo, golpeaban el mismo sustrato más de una vez; y en otras ocasiones golpeaban el sustrato al llegar y antes de moverse. Durante el estudio, los seis machos del morfo azul realizaron esta acción en 124 ocasiones, mientras que los cuatro machos del morfo amarillo la utilizaron 133 veces. En promedio cada macho amarillo realizó esta acción 33.25 veces en relación con el total de sus filmaciones, mientras que los machos azules la utilizaron en promedio 20.67 veces.

Los machos del morfo amarillo fueron los que menor tiempo requerían para comenzar a moverse (Figura 5), en promedio tardaban 361 segundos (6.01 minutos) en realizar su primer desplazamiento. Por otro lado, los machos azules tardaron en promedio 469 segundos (7.49 minutos) en comenzar a moverse. El tiempo más alto que tardó un macho en moverse fue de 1669 segundos (27.49 minutos), tiempo que fue registrado en un macho azul. Por otro lado, el menor tiempo también fue registrado de un macho del mismo morfo, 73 segundos (1.13 minutos).

Para conocer el tipo de actividad que los machos priorizaron durante las filmaciones, se registraron los movimientos realizados. Para ello, se categorizaron tres tipos de actividades, los “desplazamientos” que hacen referencia a los movimientos realizados por los ejemplares que no parecen tener un objetivo específico; las actividades de “termorregulación” que se caracterizaron por las movilizaciones hacia sitios con una mejor calidad térmica, es decir, los ejemplares buscaban estar lo más cerca de la fuente de calor, esto podía ser sobre el tronco o en el sustrato situado debajo del foco; y la “búsqueda de escape”, la cual se observaba como una insistencia de querer salir del terrario, ya sea buscando por los alrededores o incluso saltando a la tapa del terrario.

La “termorregulación” fue la actividad que mayormente apareció en las grabaciones de ambos morfos, es decir, esta actividad fue observada en 40 grabaciones de machos azules, mientras que los machos amarillos realizaron esta actividad en 33 grabaciones (Cuadro 3). No obstante, la actividad con la mayor cantidad de repeticiones en los machos azules fue la “búsqueda de escape” con 151; la actividad con mayor número de registros en machos del morfo amarillo fue la de “desplazamientos” con un total de 96 repeticiones (Cuadro 3). En promedio, cada macho del morfo azul realizó 4.44 veces la actividad “búsqueda de escape” en las grabaciones donde se registró esta actividad. Los machos amarillos realizaron 3.31 “desplazamientos” en promedio durante los videos donde fueron registrados (Cuadro 3).

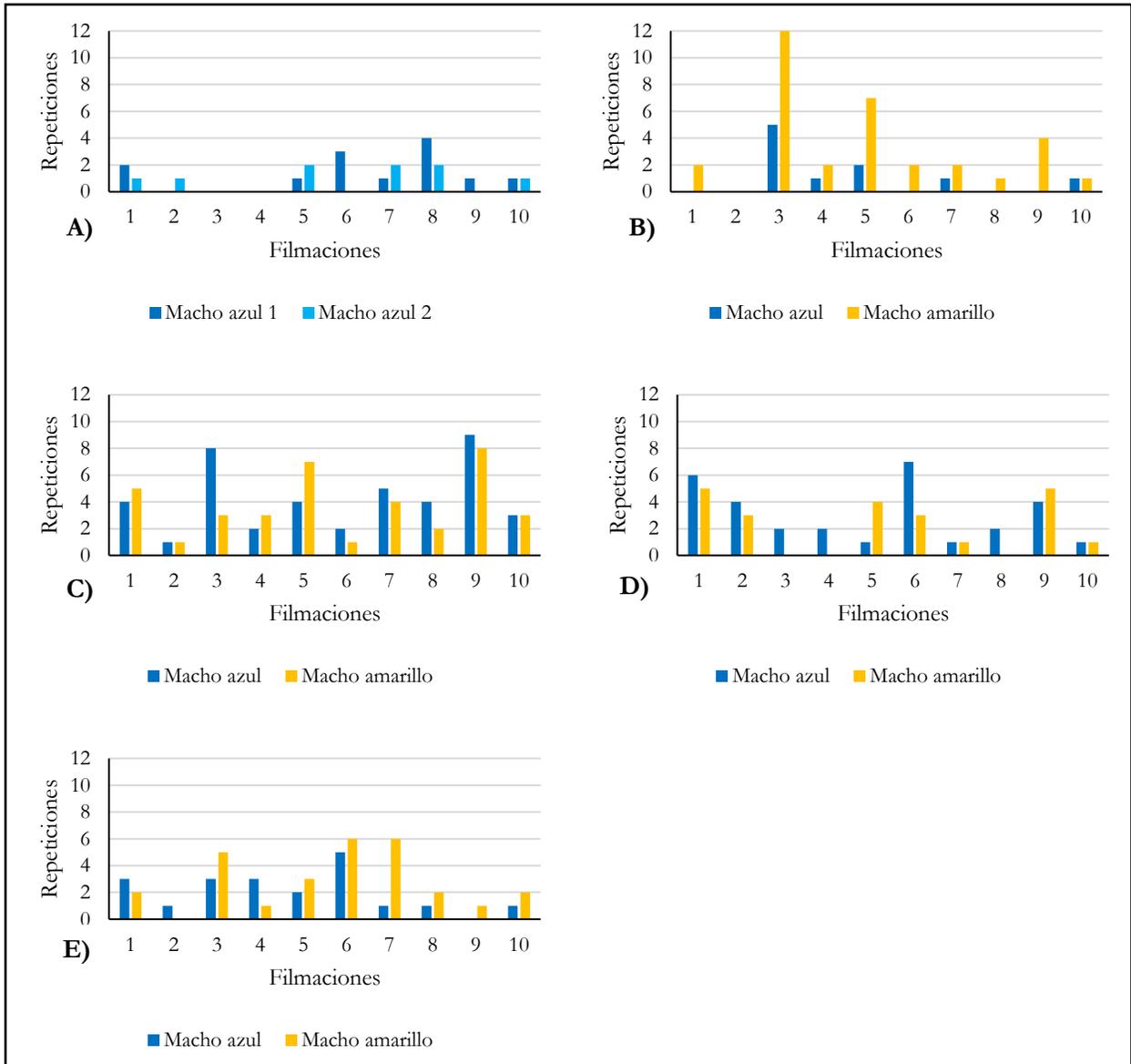


Figura 4. Repeticiones del golpeteo del sustrato con la lengua de cinco parejas de machos de *Sceloporus horridus horridus*. A, filmaciones de la interacción entre dos machos del morfo azul. B, C, D, y E, filmaciones de la interacción de machos del morfo azul y amarillo.

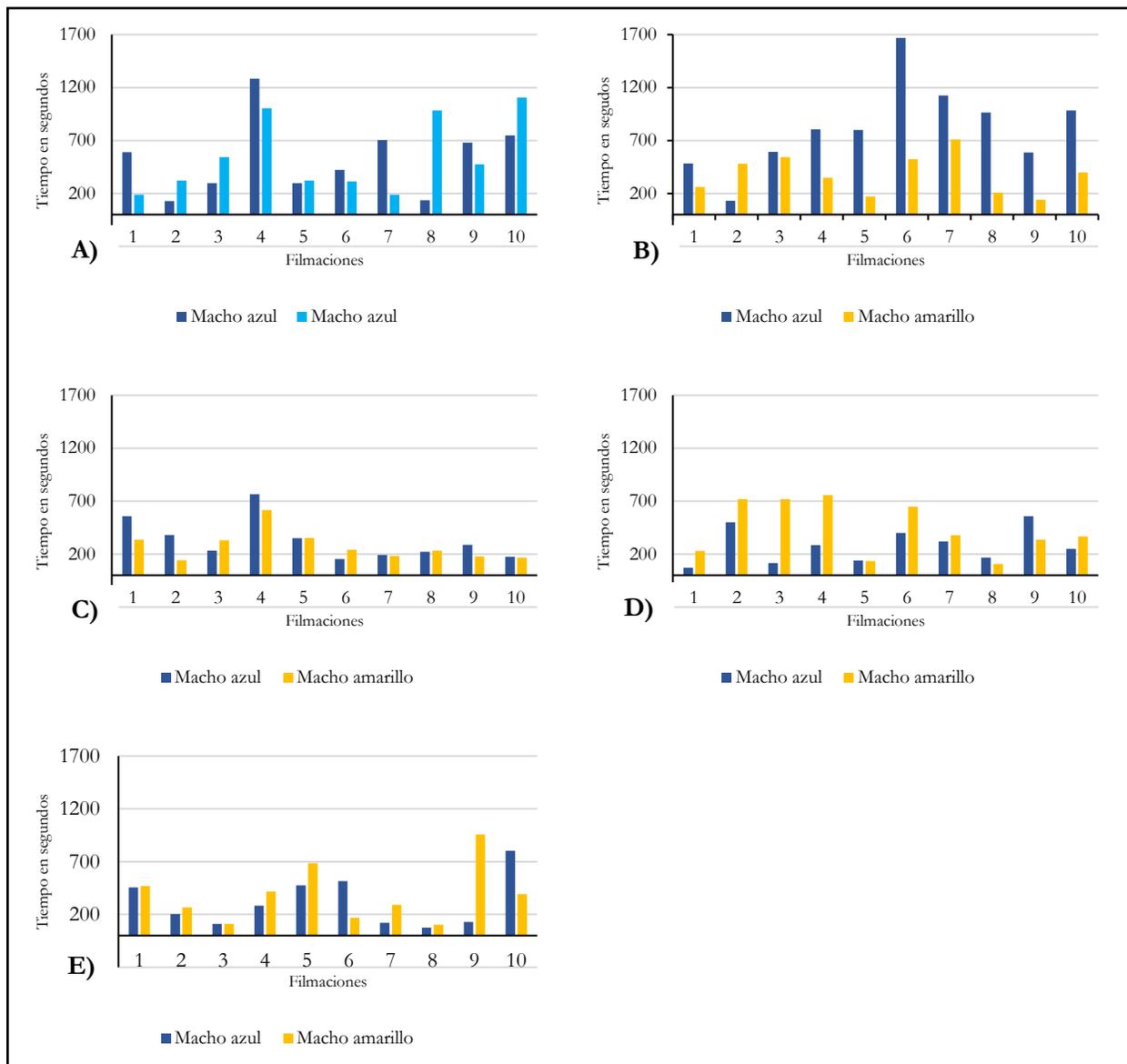


Figura 5. Tiempo que demoraron los machos de *Sceloporus horridus horridus* en comenzar a moverse en los experimentos de observación. A, experimentos de observación realizados entre dos machos del morfo azul. B, C, y E, experimentos de observación entre machos del morfo azul y machos del morfo amarillo.

Cuadro 3. Cantidad de registros fílmicos, repeticiones y promedio de las actividades de desplazamiento, termorregulación y búsqueda de escape realizadas por machos del morfo azul y amarillo de *Sceloporus horridus horridus* en condiciones controladas. En el registro fílmico se muestra la cantidad de grabaciones en donde cada morfo realizó al menos una vez cada actividad. La cantidad total de repeticiones hace referencia a la suma de las repeticiones de cada actividad registrada en cada video.

| Morfo | Registro fílmico | | Cantidad total de repeticiones | | Promedio | |
|--------------------|------------------|----------|--------------------------------|----------|----------|----------|
| | Azul | Amarillo | Azul | Amarillo | Azul | Amarillo |
| Desplazamientos | 38 | 29 | 89 | 96 | 2.34 | 3.31 |
| Termorregulación | 40 | 33 | 117 | 60 | 2.92 | 1.82 |
| Búsqueda de escape | 34 | 24 | 151 | 74 | 4.44 | 3.08 |

7.3. Comportamiento entre hembras

A diferencia de las interacciones de los machos, las hembras mantuvieron contacto más directo y por mayor tiempo. Debido a lo anterior, se observó en dos ocasiones la agresión de una hembra a otra, y en ambas ocasiones la hembra agresora era del fenotipo de cabeza roja. Por otro lado, el comportamiento aparentemente dominante fue observado con mayor frecuencia que en los machos; este ocurría principalmente alrededor de las mejores áreas de termorregulación (en lo más alto de los troncos y en el sustrato debajo de la fuente de calor). Ocasionalmente, cuando una de las hembras termorregulaba en el mejor sitio, la otra hembra se colocaba muy cerca, incluso colocándose sobre la primera hembra, aunque no por mucho tiempo dado que la tolerancia de esta acción fue limitada. Este tipo de contacto directo entre las hembras no provocó la agresión de ninguna de las involucradas, pero si fue el detonante para la observación de la agitación de la punta de la cola y las patas anteriores. Ambos tipos de movimientos no fueron observados en las grabaciones de la temporada de reproducción.

Solo en el 2.5% de las grabaciones entre hembras se observó la acción de agitar la cabeza. Al igual que los machos, las hembras realizan movimientos rápidos de la cabeza de forma vertical, al mismo tiempo que avanzaban directamente a su congénere. Estos movimientos los realizaron una hembra de cabeza café, dos de cabeza naranja y dos de cabeza roja (Cuadro 4). Esto contrasta con lo observado en los machos, quienes solo un tipo de morfo realizó estos movimientos, mientras que, en hembras todos los fenotipos de color lo realizaron al menos una vez. Por otro lado, se ha observado de forma empírica a las hembras realizar flexiones, sin embargo, no fue posible filmarlo durante los experimentos.

Cuadro 4. Hembras de *Sceloporus horridus horridus* con distintos fenotipos de color en la cabeza que realizaron agitaciones de cabeza en las grabaciones en condiciones de laboratorio.

| Hembra que realiza la acción | Repeticiones | Receptor de la señal visual |
|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| Hembra fenotipo café | 13 | Hembra fenotipo café |
| Hebra fenotipo naranja | 7 | Hembra fenotipo café |
| Hebra fenotipo naranja | 53 | Hembra fenotipo rojo |
| Hembra fenotipo rojo | 8 | Hembra fenotipo café |
| Hembra fenotipo rojo | 136 | Hebra fenotipo naranja |

El conteo total de levantamiento de la cola por parte de las hembras fue de 22 repeticiones, de las cuales, 15 fueron realizadas por hembras cafés, 5 por hembras rojas y 2 por hembras naranjas; esta acción fue observada en el 26% de las grabaciones en donde al menos una de las hembras llevó a cabo este comportamiento. En contraste, el conteo total de esta acción en los machos fue de 48 repeticiones, más del doble de lo realizado por las hembras, y fue observado en el 46% de sus grabaciones. Este tipo de señal visual se expresa de la misma forma que en los machos, es decir, con el cuerpo alzado, cola levantada y la cabeza en un ángulo oblicuo. Debido a la interacción sin restricciones en estos experimentos, en repetidas ocasiones, las hembras que realizaron el levantamiento de la cola solían acercarse de forma directa a la receptora de la señal visual. Este acercamiento ocasionalmente resultaba en un contacto directo, incluso golpeando el cuerpo a la hembra receptora con su lengua. En general se observó un comportamiento dominante durante este tipo de señal visual.

Entre machos, el golpeteo del sustrato con la lengua fue observado en el 94% de las grabaciones, mientras que, en hembras se registró en el 100% (Figura 6). La suma de las repeticiones de esta acción en machos fue de 257, en hembras 370. Las hembras que realizaron mayor número de repeticiones de esta acción fueron las del fenotipo café, 150 repeticiones; las hembras con el registro más bajo de estas acciones fueron las del fenotipo naranja con 84 repeticiones (Cuadro 5). Sin embargo, las hembras cafés usadas en estos experimentos fueron cinco, por esta razón, estas promediaron 30 repeticiones cada una, resultando en el promedio más bajo de los fenotipos. El promedio más alto fue de 45.33 por parte de las hembras del fenotipo rojo (tres ejemplares; Cuadro 5).

Cuadro 5. Registro del golpeteo del sustrato con la lengua en grabaciones, cantidad repeticiones y el promedio correspondiente a cada fenotipo de hembra de *Sceloporus horridus horridus*. Fenotipo café $n=5$, fenotipo naranja $n=2$, fenotipo rojo $n=3$.

| Fenotipo de hembra | Registro filmico | Repeticiones | Promedio |
|--------------------|------------------|--------------|----------|
|--------------------|------------------|--------------|----------|

| | | | |
|---------|---|-----|-------|
| Café | 1 | 150 | 30 |
| Naranja | 2 | 84 | 42 |
| Rojo | 2 | 136 | 45.33 |

En promedio, las hembras del fenotipo de color café fueron las que menor tiempo requerían para comenzar su actividad dentro del terrario, en promedio demoraban 299 segundos (4.59 minutos); las hembras del fenotipo rojo obtuvieron el promedio más alto con 388 segundos (6.28 minutos) (Figura 7).

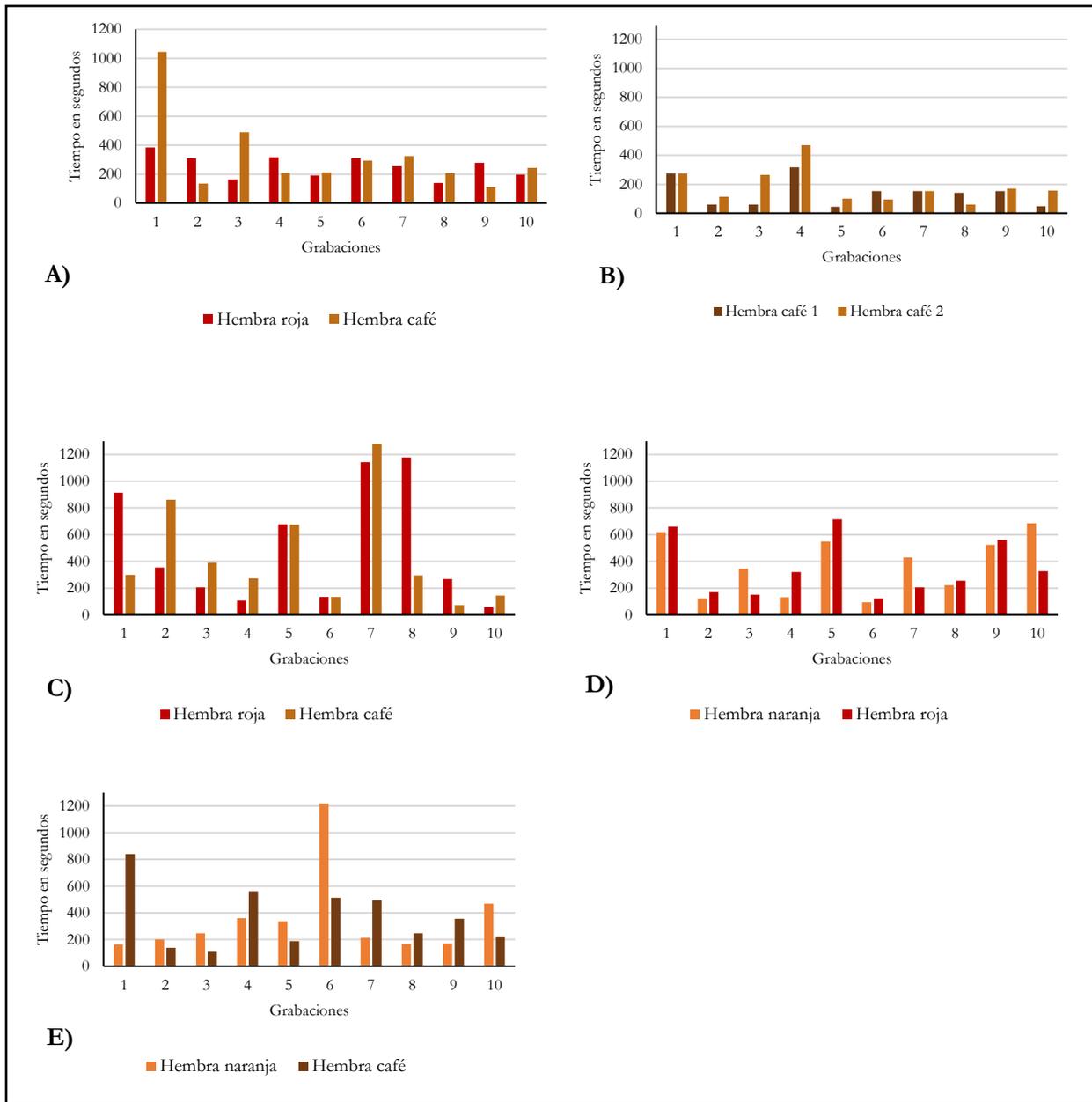


Figura 6. Tiempos que demoraron las hembras de *Sceloporus horridus horridus* en comenzar a moverse en condiciones de laboratorio.

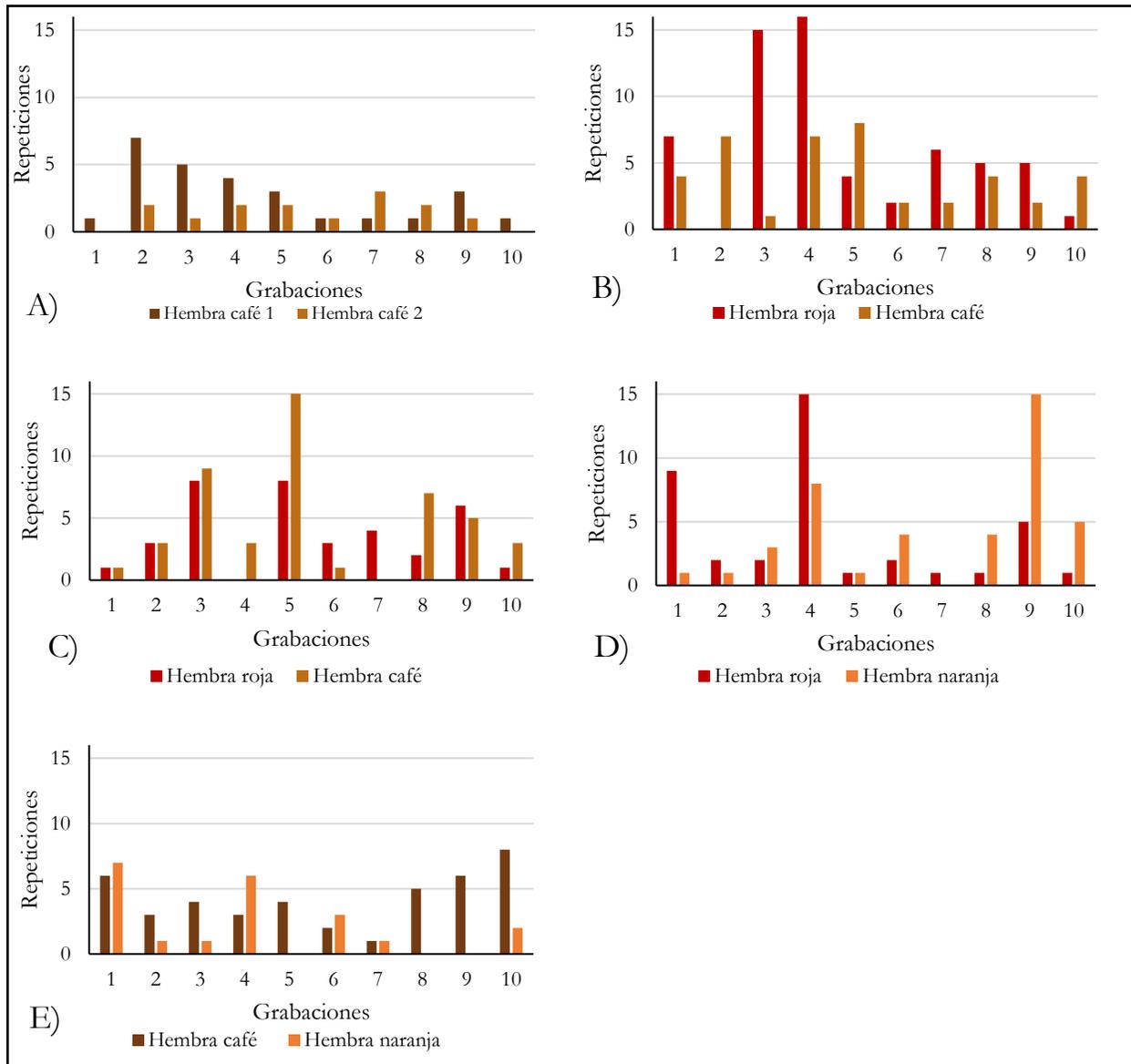


Figura 7. Repeticiones del golpeteo del sustrato con la lengua de cinco parejas de hembras de *Sceloporus horridus horridus*. A, filmaciones de la interacción entre dos hembras del fenotipo café. B y C, interacciones entre hembras rojas y cafés. D, interacción de una hembra roja con una hembra naranja. E, filmaciones de la interacción de un hembra color café, con una hembra naranja.

A diferencia de lo ocurrido en machos, las hembras no se encontraban restringidas a un área del terrario, por ello en ellas se pudo registrar las ocasiones en las que tuvieron “acercamientos directos”, los cuales ocasionalmente terminaban en un contacto físico, mayoritariamente sin agresión. Se registraron 37 grabaciones donde las hembras del fenotipo café realizaron la actividad “termorregulación”, es decir, las hembras del fenotipo café llevaron a cabo esta actividad en el 74% de las grabaciones en las que participaron, mientras que la participación más baja en número de videos

lo obtuvieron las hembras naranjas con siete registros fílmicos de la actividad “acercamiento directo” (Cuadro 6). No obstante, la “búsqueda de escape” fue la actividad con mayor repetición por parte de las hembras de fenotipo café con 176, y la menor fueron los acercamientos directos realizados por las hembras del fenotipo naranja (Cuadro 6). El promedio más alto fue resultado de la actividad de “búsqueda de escape” de hembras del fenotipo café con 5.03, y el valor más bajo fue 1.55 en los “acercamientos directos” de las hembras del mismo fenotipo (Cuadro 6).

En la sumatoria de la cantidad de repeticiones realizadas por las hembras se obtuvo lo siguiente: “desplazamientos” 205, “termorregulación” 229 y la “búsqueda de escape” 292; en todas las actividades las hembras sumaron una mayor cantidad de repeticiones que los machos, quienes obtuvieron un total de 185, 177 y 225 respectivamente.

Cuadro 6. Cantidad de registros fílmicos, repeticiones y promedio de las actividades de desplazamiento, termorregulación y búsqueda de escape realizadas por hembras de fenotipo café, naranja y rojo de *Sceloporus horridus horridus* en condiciones controladas. En el registro fílmico se muestra la cantidad de grabaciones en donde cada fenotipo realizó al menos una vez cada actividad. La cantidad total de repeticiones hace referencia a la suma de las repeticiones de cada actividad registrada en cada video. Fenotipo café $n= 5$, fenotipo naranja $n= 2$ y fenotipo rojo $n= 3$.

| Fenotipo | Registros fílmicos | | | Repeticiones | | | Promedio | | |
|------------------------|--------------------|---------|------|--------------|---------|------|----------|---------|------|
| | Café | Naranja | Roja | Café | Naranja | Roja | Café | Naranja | Roja |
| Acercamientos directos | 9 | 7 | 12 | 14 | 13 | 19 | 1.55 | 1.86 | 1.58 |
| Desplazamientos | 33 | 17 | 26 | 103 | 33 | 69 | 3.12 | 1.94 | 2.65 |
| Termorregulación | 37 | 15 | 26 | 121 | 28 | 80 | 3.27 | 1.87 | 3.08 |
| Búsqueda de escape | 35 | 12 | 18 | 176 | 33 | 83 | 5.03 | 2.75 | 4.61 |

8. DISCUSIÓN

Fuera de la temporada de reproducción, las señales visuales observadas en machos y hembras fueron relativamente bajas en contraste con lo observado en temporadas de reproducción de manera empírica. De los tres principales grupos de comportamientos que funcionan como señales visuales, solo el de advertencia (Nelson, 2006) pudo ser observado con claridad (la agitación de la cabeza y el levantamiento de la cola). En el caso de los machos, la agitación de cabeza fue observada en el 8% de sus grabaciones y en las hembras el 10%; por otro lado, el levantamiento de la cola se registró en el 46% de las grabaciones de machos, y en el 26% de hembras, lo cual convierte a esta señal visual en la de mayor probabilidad de ser observada durante estas interacciones.

Los machos del morfo amarillo realizaron en total 31 veces el levantamiento de la cola, en contraste, los machos del morfo azul que lo realizaron 17 veces. Esto resulta ser inesperado, debido a que esta señal visual es acompañada de un comportamiento dominante, comúnmente este tipo de comportamiento es observado en machos de mayor tamaño y con coloraciones naranjas o rojizas (Cooper y Greenberg, 1992; Sinervo y Lively, 1996; Vera-Ramírez et al., 2012). Los machos del morfo azul de *S. b. horridus* son en promedio los más grandes, y los machos del morfo amarillo los de menor tamaño (Bustos et al., 2014). No obstante, las hembras del fenotipo de cabeza café realizaron el mayor número de levantamientos de la cola, siendo estas hembras las que presentaron los mayores tamaños en este trabajo.

En el 100% de las ocasiones, donde fueron observadas señales visuales por parte de al menos uno de los machos, no se presentó algún tipo de respuesta por parte del receptor, eso incluye algún tipo de señal de sumisión o agresión. El comportamiento pasivo, no agresivo, ha sido reportado en machos de *Uta stansburiana*, especie que también presenta tres tipos de morfos, azul, naranja y amarillo; en esta especie los machos de color naranja son los más agresivos y de mayor tamaño, por lo que los otros dos morfos tienen estrategias distintas para aumentar su éxito de reproducción (Sinervo y Lively, 1996). Los machos amarillos (los de menor tamaño), se escabullen dentro del territorio de otros machos con el fin de reproducirse sin enfrentarse a otros machos, mientras que los de color azul pueden realizar alianzas con otros machos azules para proteger territorios con hembras (Sinervo y Lively, 1996). Si bien el caso de *U. stansburiana* representa estrategias de reproducción, es probable que estos tipos de comportamientos continúen estando presentes fuera de la temporada de reproducción, pero con menor intensidad y frecuencia, relacionado al valor de los recursos que busquen disputar.

Solo en uno de los casos, una hembra de fenotipo rojo agredió a una hembra naranja, fue el único caso en el que los ejemplares demostraron agresiones físicas sin llegar a morder. La hembra empujaba en repetidas ocasiones el costado de la otra, hasta hacerla retroceder y mostrara un comportamiento sumiso. La dominancia entre hembras ha sido reportada principalmente durante la temporada de reproducción, en donde algunas hembras buscan monopolizar sitios con buena calidad térmica, sitios de anidación, refugios y áreas de forrajeo; al mismo tiempo, estos comportamientos dominantes en hembras se han relacionado con colores intensos (Weiss, 2006; Vera-Ramírez et al., 2012). Por ello, es probable que las hembras de fenotipo rojo en *S. b. horridus* presente un comportamiento más agresivo asociado al fenotipo de color.

En la mayor parte del tiempo en el que se desarrollaban estos experimentos, los machos permanecían inmóviles, sin mostrar señales para entrar en contacto con el contrario. Es probable que la falta de demostraciones dominantes o agresivas entre machos se encuentre relacionada a que el terrario de observación no era considerado como parte de su territorio, sino como un sitio nuevo desconocido. Esta idea surge a partir de lo encontrado en experimentos similares con *Sceloporus undulatus hyacinthinus*, en donde las acciones realizadas por los machos eran probabilísticas, es decir, la reacción de uno de los machos podría desencadenar con mayor probabilidad cierta respuesta del macho contrario. No obstante, en estos experimentos se buscaba visualizar la reacción de machos residentes al introducir otros machos no residentes dentro de la misma jaula (Allison, 1987). Con lo cual, es probable que los machos al apoderarse de un territorio muestren conductas agresivas con otros machos fuera de la reproducción.

Por otro lado, al ser *S. b. horridus* una especie de coloración críptica, es probable que la falta de actividad registrada en video se deba a las estrategias de comportamiento de permanecer inmóviles en un sitio nuevo. En este sentido, el golpeo del sustrato con la lengua tal vez sea parte de los esfuerzos por tratar de reconocer conespecíficos, depredadores y presas, al igual que ha sido observado en otras especies. En *Sceloporus jarrovi* se ha reportado que tienden a golpear el suelo con la lengua cada vez que se desplazan de un sitio a otro en vida silvestre, esto con el objetivo de reconocer señales químicas sobre familiares de su misma especie, depredadores o incluso sus presas; este comportamiento también se ve reflejado en laboratorio, ya que *S. jarrovi* realizó con mayor frecuencia el golpeo con la lengua cada vez cuando se le trasladaba de un recinto a otro nuevo (Cooper et al. 1994). Si bien en este trabajo no se ha relacionado esta acción con las ocasiones en las que los machos y hembras se desplazaron de un terrario a otro, o dentro del mismo, resultó ser una de las acciones de mayor porcentaje de avistamiento con 94% del total de las grabaciones en machos y el 100% en hembras.

9. CONCLUSIONES

Los machos y hembras realizaron con baja frecuencia señales visuales, probablemente producto de la falta de interés por algún objetivo en particular, como la obtención de recursos térmicos o alimenticios. Particularmente las hembras tuvieron la oportunidad de mantener contacto directo unas con otras, y pese a ello, no suelen agredirse, y las señales visuales demostradas por algunas hembras, probablemente solo busquen realizar algún tipo de advertencia menor. No obstante, hace falta analizar el comportamiento de la receptora de la señal visual, en búsqueda de descartar o registrar señales de sumisión.

El levantamiento de la cola era regularmente acompañado de comportamientos dominantes, por lo que resulta inesperado que los machos amarillos (machos de menor tamaño), sean quienes mostraran mayor cantidad de estas señales visuales, y, por otro lado, también resulta interesante que los machos azules no mostraron mayor interés en el comportamiento de los machos amarillos. Este tipo de interacción pasivo-dominante requiere de un mayor análisis.

Es probable que las condiciones a las que fueron expuestos tanto machos como hembras influyeran en el tipo de interacción que tuvieron durante las grabaciones. Se sugiere realizar observaciones en campo como método comparativo.

Aunque, por otro lado, el uso constante de la lengua sobre el sustrato puede sugerir que los ejemplares obtienen la información necesaria de los miembros de su misma especie presentes en el terrario, reduciendo el interés por mantener algún tipo de interacción. Sin olvidar que estos experimentos fueron realizados fuera de la temporada de reproducción, por lo que es lógica la reducción del comportamiento que busque la interacción intraespecífica.

10. LITERATURA CITADA

- Andersson, M. B. 1994. Sexual Selection. Princeton University Press, NJ.
- Bian, X., A. Pinilla, T. Chandler, y R. Peters. 2021. Simulations with Australian dragon lizards suggest movement-based signal effectiveness is dependent on display structure and environmental conditions. *Scientific Reports* 11:6383.
- Blomberg, S. P. y R. Shine. 2000. Size-based predation by kookaburras (*Dacelo novaeguineae*) on lizards (*Eulamprus tympanum*: Scindidae): What determinates prey vulnerability? *Behav. Ecol. Sociobiol.* 48: 484-489.
- Bustos, Z. M. G., Castro-Franco, R., Manjarrez, J. y Fajardo, G. V. 2014. Variación morfológica asociada a los patrones de color de la garganta, en lagartijas *Sceloporus horridus horridus* (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 30(2): 356-367.
- Bustos, Z. M. G., Manjarrez, J. y Castro-Franco, R. 2013. Uso de microhábitat y termorregulación en *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 29: 153-163.
- Calsbeek, R. Smith, T.B. (2007). Probing the adaptative landscape using experimental islands: Density-dependant natural selection on lizard body size. *Evolution*, 5: 1052-1061.
- Castro-Franco, R. y Bustos, Z. M. G. 2003. Lagartijas de Morelos, México: Distribución, hábitat y conservación. *Acta zoológica mexicana* 88: 123-142.
- Cooper, W. E., Jr. 1988. Aggressive behavior and courtship rejection in brightly and plainly colored female keeled earless lizards (*Holbrookia propinqua*). *Ethology* 77:265–278.
- Cooper, W. E. Jr. y Greenberg, N. 1992. Reptilian coloration and behavior. pp. 298–422, in: Biology of the Reptilia. Vol. 18 C. Gans and D. Crews (eds.), University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Cooper, W. E. Jr., Vitt, L. J. y Caldwell, P. C. 1994. Movement and Substrate Tongue Flicks in Phrynosomatid Lizards. *Copeia*, 1994:234-237.
- Allison, D. 1987. Contingency analysis of the agonistic behavioral sequence in *Sceloporus undulatus hyacinthinus*. Masters Theses & Specialist Projects. Paper 2112.

- Fallahpour, K. 2004. The role of female breeding coloration on mate selection by male long-nosed leopard lizards (*Gambelia wislizenii*). MS thesis, California State University, Northridge, CA.
- Font, E., Carazo P., Pérez I De Lanuza, G. y Barbosa, D. 2010. Comportamiento y comunicación animal ¿Qué nos enseñan los lagartos? *Acta Zoológica Lilloana* 54(1-2): 11-34
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Morelos. Morelos, México.
- Jiménez-Arcos, V. H., Sanabria-Urbán, S. y Cueva del Castillo, R. 2017. The interplay between natural and sexual selection in the evolution of sexual size dimorphism in *Sceloporus* lizards (Squamata: Phrynosomatidae). *Ecology and Evolution* 7: 905-917.
- Labra, A., Carazo, P., Desfilis, E. y Font, E. 2007. Agonistic interactions in a *Liolaemus* lizard: Structure of head bob displays. *Herpetologica* 63: 11-18.
- Lattanzio, M. S., Metro, K. J. y Miles, D. B. 2014. Preference for male traits differ in two female morphs of the tree lizard, *Urosaurus ornatus*. PLOS ONE 9(7): 1-9.
- Lorenz, K. 1966. On Aggression. Methuen & Co. Ltd, London
- Martínez, T. A. 2019. Variación fenotípica en hembras de *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae) Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Univ. Autón. del Est. de Morelos, México.
- Nelson, R. J. 2006. Biology of aggression. Oxford University Press, New York. 528
- Olsson, M., Stuart-Fox, D. y Ballen, C. 2013. Genetics and evolution of colour patterns in reptiles. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 24:529-541.
- Oufiero, C., Gartner, G., Adolph, S. y Garland, T. 2011. Latitudinal and climatic variation in body size and dorsal scale counts in *Sceloporus* lizards: A Phylogenetic perspective. *Evolution; international journal of organic evolution* 65(12): 3590-3607.
- Pérez I de Lanuza, G., Font, E., Monterde, J. L., 2013. Using visual modelling to study the evolution of lizard coloration: sexual selection drivers the evolution of sexual dichromatism in lacertids. *Journal Evolutive Biology* 26: 1826-1835.

- Pérez I de Lanuza, G., Carazo, P. y Font, E. 2014. Colours of quality: structural (but not pigment) coloration informs about male quality in a polychromatic lizard. *Animal Behaviour*, 30:73-71
- Rivero-Blanco, C. y Schargel, W. E. 2012. A strikingly polychromatic new species of *Gonatodes* (Squamata: Sphaerodactylidae) from northern Venezuela. *Zootaxa*, 3518(1):66-78.
- Sinervo, B. y Lively, C. 1996. The rock-paper-scissors game and the evolution of alternative male strategies. *Nature* 380: 240- 243.
- Stuart-Fox, D. y Ord, T. 2004. Sexual selection, natural selection and the evolution of dimorphic coloration and ornamentation in agamid lizards. *Proceedings Biological Sciences* 271:2249-2255.
- Trigoso-Venarío, R., Labra, A. y Niemeyer, H. M. 2002. Interactions between males of lizard *Liolaemus tenuis*: roles of familiarity and memory. *Ethology* 108: 1057-1064.
- Valencia-Limón, E. R., Castro-Franco, R. y Bustos, Z. M. G. 2014. Dimorfismo sexual y ciclo reproductor de *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 30: 91-105.
- Vera-Ramírez, N., Martínez-Martínez, A. y Bojórquez, R. G. 2012. *Uta stansburiana*: una ventana a la evolución de las estrategias reproductivas. *Acta Universitaria* 22(8): 5-11.
- Weiss, S. L. 2005. Response of conspecifics to reproductive color of female striped plateau lizards, *Sceloporus virgatus*. *Ecology y Evolutionary Biology* 2: 10-19.
- Weiss, S. L. 2006. Female-specific color is a signal of quality in the striped plateau lizard *Sceloporus virgatus*. *Behavioral Ecology* 17(5): 726-732.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

POSGRADO

Cuernavaca, Mor., a 21 de abril de 2023

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **“PATRONES DE COLOR Y COMPORTAMIENTO DE *SCELOPORUS HORRIDUS HORRIDUS* (SAURIA: PHRYNOSOMATIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**, que presenta el alumno **ADÁN MARTÍNEZ TORRES**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
PROFESOR-INVESTIGADOR DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

C.c.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209, Centro de Investigaciones Biológicas
Tel. (777) 329 70 00 Ext. 3511 / coord.posgradocib@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

RUBEN CASTRO FRANCO | Fecha:2023-05-05 13:13:31 | Firmante

kTri0SheEaMJZGIIJWIGBDqUj5s/qmpnaXwjD/2fg1VB7fHW8s+Ud2ARDs5JqNrXqzOI4mLuHRsVLeM/v3YgNnV9XD4i9NqQKxIvZV9zwmvsZLhak0LVbVx8yot53mFBPaomG6uw
Y7sAwmQkIK5ofpEc6GHsuOFEmIM/x1K/3OYq62CRKWT9sHKrIZXa4IVeB/bK0mUeF10hzLVSr4HfY+dTkgmofs3YJNzD/byVVJI+K1rJpWCLGIHuBrSaYyDjWMMJX+WuCvRV
OVCdB3arZdQ3/ZD5ashu7uXlidsqMxZeZy1z7X43esJC5kmZhepC/exzQ06MIOQdkGOMu3j0Cg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



F3ry4YA7I

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Stx9TIG7pYOVEiYgvAZC4NopV3wRL3Vz>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

POSGRADO

Cuernavaca, Mor., a 21 de abril de 2023

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **“PATRONES DE COLOR Y COMPORTAMIENTO DE *SCELOPORUS HORRIDUS HORRIDUS* (SAURIA: PHRYNOSOMATIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**, que presenta el alumno **ADÁN MARTÍNEZ TORRES**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DRA. GUADALUPE BUSTOS ZAGAL
PROFESORA-INVESTIGADORA DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

C.c.p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MARIA GUADALUPE BUSTOS ZAGAL | Fecha:2023-05-05 12:47:53 | Firmante

azelFGLynYBhadUm0TKzaJd26IV5g9EaEGCGEUhHh319QCdQ/nJGvWlJ99qUeLp9NfEwDxtzpb+1hlEoCmQ2NeoCVoaX38+k7aWAmSj1BluSwzqd2O1iQEBT0zqBhcqA2fho+XWbcJwLdaA+hk/WANctOe6J8jm26wXGcRa+F1a6l8FZlFkUKrqs+fv0k7hbteFREQBlfy38A3LUows5n0eBPEXpaGefmfFCbhmHtvH2Xvigml888hqM8dGu7/0EXYCbhw/dcO1MohvDZkpllxRKphzuUwFD16QejAyHvsV7mxhTsp2ojR2ub5yFfc+aOM+ul1NmT91MK+rCPR4kRg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[qXOug51ei](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/FDrHEWrlRIBKjg2289hMTvmeuUXhu8Xg>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

POSGRADO

Cuernavaca, Mor., a 21 de abril de 2023

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:
“PATRONES DE COLOR Y COMPORTAMIENTO DE *SCELOPORUS HORRIDUS* *HORRIDUS* (SAURIA: PHRYNOSOMATIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”,
que presenta el alumno **ADÁN MARTÍNEZ TORRES**, mismo que constituye un requisito parcial
para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro
satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los
trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. CESAR DANIEL JIMÉNEZ PIEDRAGIL
PROFESOR-INVESTIGADOR DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

C.c.p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

CESAR DANIEL JIMENEZ PIEDRAGIL | Fecha:2023-05-16 10:07:27 | Firmante

ftqFxFhXtsUaHA7leiQ84bh2oD/BDGC1hDZ8jEoLAnMFS9f4rHT7opPf9KOFqplzhM5ZeJP8BRjIK3Z2Z/hRObcCF2DUwZoQMLb/fXN3CCvqgdO9xY4xQKS2eZJVdBFZq/ns8HFLgf9uK238FNwHk3001esK1Hv3MDI2PDADRq+y28FYwhPA081BUidL8DtRpP3Bm4I1+1hJM7gQC3jv5zVm16/EK7pdfscaOCCXpp0K424HtfXNDDPTmEyRcEaOV4BjYqJ76oVL5OYQdyClrV5o5rDgmlKpw1K+2pYoLpzbhq60wU9X5I4ZrjXvXEro6AfcMBODtk5LR3D+HqPWA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



v4E5SxF8L

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/HmVJtbvu7ufzip0S0ANO2sh38QFETL74>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

POSGRADO

Cuernavaca, Mor., a 21 de abril de 2023

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **PATRONES DE COLOR Y COMPORTAMIENTO DE *SCELOPORUS HORRIDUS HORRIDUS* (SAURIA: PHRYNOSOMATIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**”, que presenta el alumno **ADÁN MARTÍNEZ TORRES**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. AQUILES ARGOTE CORTÉS
PROFESOR-INVESTIGADOR DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

C.c.p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

AQUILES ARGOTE CORTES | Fecha:2023-05-08 08:57:37 | Firmante

xNchr3V7wtLmXq26MV9Veh0cl4sfkVjNVcmUTXkf4xHBBOnhE5EnQJqSWfWRnRxCOk0DDRX9M3xErmW9UXmoewOUp7rVlrlAAAs0TAMRMySaIXYgVWXulT3dctck881ElwzpOwwbFclNYobXkplNloJEwqV6G4uLuRYJ/iDM6pdWmHs2WZX6xS65Aqr+8epLcxKAERL1Hioegg4E22ewzfdvGTORslOmPPJUvj9Go1Flex8jn88gU93IR37Xz9bj/sTbjsnnUaNIrQiF+zJXlp+rGSmNpjloprIHlpYR+rhthm4hghP9htstTffbi+fJ1DzKagvvehQZ2O9iDz6rD1ng==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Z2UXHn3OV

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/QrDRAGfKoCyGNmFRs5UqeSkX6YEWVCE6>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

POSGRADO

Cuernavaca, Mor., a 21 de abril de 2023

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **“PATRONES DE COLOR Y COMPORTAMIENTO DE *SCELOPORUS HORRIDUS HORRIDUS* (SAURIA: PHRYNOSOMATIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**, que presenta el alumno **ADÁN MARTÍNEZ TORRES**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DRA. PATRICIA TRUJILLO JIMÉNEZ
PROFESORA-INVESTIGADORA DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

C.c.p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

PATRICIA TRUJILLO JIMENEZ | Fecha:2023-05-08 10:33:38 | Firmante

S2KAm/gNJ5nFzV2wv/HSAPvVx1s4Ki6MZE0YKNhSEQY/8dqInu1hgM5kLkqiFSoeBUAYwv9+UOqaUMPNUehXv3kwpjtNQdMi6GK/bvab+68DucL6PaXAtbdvM7mYIcnA3/DdLtRmAsYpv2zkU24Vfx+AGbLuxPwxUf0jjqzXqfyzsx6FEJ3TeM82NYkb9x2NSBB9VDHW1p0MbfVGEH0kDnarMZF/CzHGZg4OlvrCW9VaPpTWWKb7MMFCquPcwZtRDjt86+01cflnSb1ILRsDxUpYoJu+207/1wa9UpystaqUleyKeVM5eYzGxwa3PDj3Y0nzQ1Q4Urpo30bU524pw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



FYC5g8peb

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ecXMZay2b4LTDgo6biOuu4LkOWUrWHdo>

