

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS

**Características de la nidada y de las crías de
Basiliscus vittatus (Squamata: Corytophanidae)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Maestro en Ciencias

PRESENTA:

BIÓL. GABRIEL SUÁREZ VARÓN

Comité tutorial

Dr. Oswaldo Hernández Gallegos (Tutor académico)
Dra. Maricela Villagrán Santa Cruz (Tutora académica)
Dra. Gisela Granados González (Tutora adjunta)



Toluca, México

Agosto 2017

**Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata:
Corytophanidae)**



Basiliscus vittatus “Pequeño rey bandeado”

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Tamaño de la nidada	3
Principales factores que modifican las características de la nidada	4
Éxito de eclosión	6
Esfuerzo reproductor	8
Esqueletocronología	9
Descripción de la especie	11
Justificación	12
OBJETIVOS.....	14
MATERIAL Y MÉTODOS	15
Área de estudio	15
Trabajo en campo	17
Trabajo de laboratorio	18
Mantenimiento en cautiverio: Oviposición	18
Datos de la nidada	19
Incubación	20
Esqueletocronología	21
Análisis de resultados	22
RESULTADOS	24
DISCUSIÓN	43
CONCLUSIONES	57
LITERATURA CITADA	58
ARTÍCULO	78

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Fotografía de un macho adulto de *Basiliscus vittatus* (LHC=170 mm) en “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Figura 2.- Fotografía de una hembra adulta de *Basiliscus vittatus* en “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Figura 3.- Mapa de localización de la población de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Figura 4.- Área de estudio de *Basiliscus vittatus* donde se observa el río Coxcoapan. Foto: Suárez-Rodríguez, O.

Figura 5.- Nidada de una hembra de *Basiliscus vittatus* de la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz mantenida en condiciones de cautiverio, oviposición el 11 de mayo de 2016.

Figura 6.- Relación entre el tamaño de nidada (TN) y la longitud hocico-cloaca (LHC) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Figura 7.- Media (\pm EE) de la comparación entre nidadas de los días de incubación de huevos de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. El eje X representa al código de identificación de las hembras.

Figura 8.- Media (\pm EE) de la comparación entre nidadas del peso de las crías a la eclosión de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”,

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Catemaco, Veracruz. El eje X representa al código de identificación de las hembras.

Figura 9.- Media (\pm EE) de la comparación entre nidadas del hocico-cloaca (LHC) de las crías a la eclosión de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. El eje X representa al código de identificación de las hembras.

Figura 10.- Media (\pm EE) de la comparación entre nidadas del largo de la cola (LC) de las crías a la eclosión de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. El eje X representa al código de identificación de las hembras.

Figura 11.- Análisis de regresión del peso de las crías con características de la nidada: (A), peso del huevo (PH), (B) ancho máximo (AM) y (C) Volumen del huevo (VH) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Figura 12.- Relación entre el peso de las crías y distancia inter-axilar de las hembras (DIA) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Figura 13.- Comparación de la proporción del éxito de eclosión entre hembras de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Figura 14.- Estadios embrionarios a la oviposición de *Basiliscus vittatus* obtenidos en condiciones de laboratorio.

Figura 15.- Análisis de regresión entre el índice de masa relativa de la nidada (MRN) con: (A) tamaño de la nidada (TN) y (B) ancho máximo (AM) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Figura 16. Sección de corte de la diáfisis de una falange de hembra en condiciones de gravidez de *Basiliscus vittatus* (LHC= 134 mm) en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. Se observan 3 LACs (flechas negras), línea de reversión (flecha blanca= LR) y cavidad medular (CM).

Figura 17. Análisis de regresión entre la longitud hocico-cloaca (LHC) de hembras grávidas de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz, respecto al número de líneas de arresto de crecimiento (LACs).

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Estadística descriptiva de la morfología de la hembra: LHC (longitud hocico-cloaca), PA (peso absoluto) y DIA (distancia interaxilar) y características reproductivas: MRN (masa relativa de la nidada), TN (tamaño de la nidada), PH (peso del huevo), LM (largo máximo), AM (ancho máximo) y VH (volumen del huevo) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Cuadro 2.- Regresiones evaluadas entre las características de las crías y de la nidada de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. Se presenta el coeficiente de correlación (r) y el nivel de significancia (P).

Cuadro 3.- Valores de coeficiente de correlación y (r) y el nivel de significancia (P) del análisis de regresión entre características de las crías y hembras de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Cuadro 4.- Regresiones evaluadas entre líneas de arresto de crecimiento (LACs) y características de la hembra: longitud hocico-cloaca (LHC), distancia interaxilar (DIA), peso absoluto (PA) y características de la nidada: tamaño de la nidada (TN), peso de la nidada (PN), largo máximo (LM), ancho máximo (AM) y volumen de los huevos (VH). Se presenta el coeficiente de correlación (r) y el nivel de significancia (P).

Cuadro 5.- Comparación de tamaños de la nidada dentro la familia Corytophanidae.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

RESUMEN

Las características de historias de vida de los reptiles son complejas ya que varían de acuerdo a presiones de selección mediados por factores bióticos y abióticos. El tamaño de la nidada, dimensiones de los huevos, tamaño de las crías y el esfuerzo reproductor (masa relativa de la nidada, MRN) son de los rasgos más importantes dentro las historias de vida en escamados ya que su variación afecta de manera directa la adecuación de las especies. En el presente trabajo se estudió el tamaño de nidada, dimensiones del huevo, esfuerzo reproductor y su relación con la edad de *Basiliscus vittatus*. Se colectaron 18 hembras grávidas y se mantuvieron en cautiverio con condiciones favorables para promover la oviposición. El tamaño de nidada fue 6 y se correlacionó positivamente con la LHC. No existió preferencia de las hembras por el estadio de desarrollo embrionario a la oviposición y el éxito de eclosión fue 29.5%. Mientras la MRN fue de 0.16 y se correlacionó positivamente con TN y con el AM. Por su parte la edad promedio de las hembras fue de 1.7 años correlacionado positivamente con la LHC de las hembras, sin embargo, ninguna característica de la nidada se relacionó con la edad de la hembra. Múltiples presiones de selección tal como preferencias por el hábitat, factores abióticos (i. e., morfología de la hembra) influyen la respuesta reproductora de *B. vittatus*.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ABSTRACT

The life histories of reptiles are complex because they vary according to selection pressures mediated by biotic and abiotic factors. The clutch size, egg size, hatching size and reproductive effort (relative clutch mass, RCM) are the most important life histories traits in the squamate since their variation directly affects the fitness of the species. The present study provides information about clutch size, dimensions of the egg, reproductive effort and its relation to the age of *Basiliscus vittatus*. Were collected eighteen pregnant females and kept in captivity with favorable conditions to promote oviposition. The clutch size was 6 and positively correlated with the SVL. There was no preference of the females for the oviposition embryonic and hatching success was 29.5%. While the RCM was 0.16 and it was positively correlated with CS and MW. The mean age of the females was 1.7 years, positively correlated with the SVL of the females, however, neither characteristics of the clutch were related to the age of the female. Multiple selection pressures such as preferences for habitat, abiotic factors, and female morphology should influence the reproductive response of *B. vittatus*.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

INTRODUCCIÓN

Dentro la teoría de historias de vida, los reptiles muestran una inmensa diversidad de características reproductoras y son altamente variables respecto de respuesta reproductora: edad a la madurez sexual, tamaño de nidada/camada, tamaño de huevos o crías, las veces que se reproduce durante su esperanza de vida, el esfuerzo reproductor o masa relativa de la nidada (MRN), entre otras. En vertebrados, especialmente en muchas especies de reptiles, estas características de historia de vida exhiben variación intra e interpoblacional (Castilla y Bauwens, 2000; Kiefer et al., 2008) atribuida a factores abióticos que incluyen temperatura, precipitación, humedad (Fitch, 1985; Ji y Braña, 2000) y distribución geográfica (Smith et al., 2003). También, factores bióticos como la talla y morfología corporal de los individuos que en conjunto, promueven variación en todos los rasgos de historia de vida que son determinantes de la respuesta reproductora de las especies (Goodman et al., 2008).

En el caso de los escamados, de las más de 6000 especies de lacertilios que se conocen actualmente (Pough et al., 2016), el 20% muestra un modo de paridad vivíparo. Dentro de los Squamata esta condición ha evolucionado al menos 100 veces de manera independiente a través de la filogenia (Wright et al., 2015); sin embargo, el 80 % restante presenta un tipo de paridad ovíparo. La ovíparidad es una las razones por las cuales muchas de estas especies desarrollaron estrategias para buscar sitios adecuados de anidación, construir sus nidos y

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ovipositar al encontrar condiciones favorables para un desarrollo embrionario óptimo que culmine en eclosión (Escovedo-Galván, 2013). Habitualmente el proceso de oviposición ocurre en suelos húmedos, troncos en descomposición y humus debajo de las rocas (Vitt y Caldwell, 2014); con lo cual se ha demostrado que la elección del nido afecta directamente la embriogénesis (Bilinski et al., 2001), determinación sexual (Janzen y Morjan, 2001) y sobrevivencia de los huevos (Kolbe y Janzen 2001).

Debido a esto, encontrar un lugar conveniente para la oviposición es importante ya que la interacción de factores bióticos y abióticos en los que se sitúan modifican las tasas de sobrevivencia y crecimiento de los embriones al ser expuestos por un lado a presiones abióticas, principalmente por un régimen de temperatura-humedad que altera los periodos de incubación (Van Damme et al., 1992) y por el otro, factores bióticos como patógenos que incluyen la colonización de hongos (Moreira y Barata, 2005), causan altas tasas de mortalidad en los huevos por infecciones fúngicas y en consecuencia la atracción de depredadores por el olor desprendido (Warketin et al., 2001). La tasa de mortalidad de los huevos es mayor durante la incubación, al ser muy susceptibles a los factores descritos con antelación. De esta manera, la elección de la hembra por sitios de anidación, con un microambiente estable, maximiza el éxito de eclosión (Ji y Braña, 2000).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Tamaño de la nidada

El tamaño de la nidada es uno de los rasgos de historia de vida más importantes en escamados desde que su variación es causada por factores bióticos y abióticos (Fitch, 1985; Stearns, 1992), siendo una característica elemental en las estrategias reproductoras de los lacertilios al incrementar la supervivencia de la especie en relación con sus tasas de mortalidad.

En reptiles el tamaño de la nidada puede ser variable, desde especies que presentan tamaños de nidada fijos como en el género *Anolis* (Andrews, 1985) y en geckos (Pianka y Vitt, 2003). Por el contrario, también existen especies que presentan tamaños de nidada variables (Fitch, 1985). En especies de reptiles en las que se han documentado variables tamaños de nidada también se observó una considerable variación en el tamaño de los huevos a la oviposición, tal variación se ha ligado generalmente con el tamaño corporal de las hembras (Congdon et al., 1982; Dunham et al., 1988).

En otro sentido, el tamaño de la nidada ha sido determinado por diferentes métodos, ya sea el conteo de folículos vitelogénicos o huevos dentro el oviducto (Avery, 1975) o por el conteo de huevos frescos de reciente eclosión (Andrews et al., 2017); esta última resulta ser una forma más precisa para estimar el tamaño de nidada al permitir hacer comparaciones más específicas al reducir el sesgo de tener diferentes tamaños de nidada e incluso variación en las dimensiones del

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

huevo como consecuencia del tiempo de desarrollo dentro el oviducto (Cuellar, 1984).

Principales factores que modifican las características de la nidada

En reptiles, el ambiente térmico y la humedad del sitio de anidación modifican el tiempo de incubación, tasa de desarrollo, éxito de eclosión, morfología, sexo (en especies con determinación sexual por temperatura), e incluso el tamaño de la descendencia (Deeming y Ferguson, 1991; Overall, 1994; Shine et al., 1997). La plasticidad fenotípica promovida por dichas condiciones, ha sido estudiada ampliamente con el objetivo de dilucidar su influencia sobre la elección de sitios de anidación, variaciones del tamaño de la nidada y dimensiones del huevo, así como el efecto de dichas variaciones causadas por la distribución geográfica de las especies (Gutzke y Packard, 1987; Qualls y Shine, 1995).

Por ejemplo, el ambiente térmico de incubación influencia muchos aspectos del desarrollo en reptiles. Muth (1980) registró que un incremento en la temperatura de incubación de *Dipsosaurus dorsalis* (de 28 °C a 32 °C) acorta el periodo de incubación 27 días, pero un incremento de 36 °C a 40 °C alarga el tiempo de incubación. Este patrón se ha documentado de manera similar en *Sceloporus undulatus* (Sexton y Marion, 1974; Warner y Andrews, 2002) y en algunas especies como *Podarcis muralis*, donde altas temperaturas de incubación 32 y 35°C aceleran el proceso de embriogénesis y promueven eclosiones tempranas

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

en comparación con temperaturas más bajas (Packard y Packard, 1988; Van Damme et al., 1992).

Así también, la incubación de huevos de reptiles en condiciones térmicas moderadas produce crías bien desarrolladas con tallas más largas, mientras temperaturas altas de incubación producen crías pequeñas y mayor proporción de individuos con deformidades (Qualls y Andrews, 1999; Wei-Guo y Xiang, 2003). A su vez, las oscilaciones de temperatura durante la incubación afecta muchos rasgos fenotípicos de los neonatos incluyendo el tamaño y forma corporal, crecimiento, preferencias térmicas, desempeño y habilidad para escapar a los depredadores (Andrews et al., 2000; Warner y Andrews, 2002).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Éxito de eclosión

El éxito de eclosión ha sido considerado como la proporción de neonatos que eclosionan de una nidada y su evaluación aporta información que se usa para conocer el estado de las poblaciones (Miller, 2000). La etapa de huevo es el estadio más vulnerable dentro del ciclo de vida de reptiles (Andrews et al., 2017). La oviparidad (presente en el 80% de las especies de reptiles), promueve tasas altas de mortalidad debido a depredación en los sitios de anidación (Dunham et al., 1988) y/o infecciones fúngicas (Moreira y Barata, 2005); ambas situaciones reducen notablemente el éxito de eclosión.

El éxito de eclosión varía considerablemente de acuerdo a la especie. Por ejemplo, en *Trachemys scripta* Cabrera et al. (1996) registraron un elevado éxito de eclosión (89.6 %); en *Crocodylus acutus* los registros son del 55 % (Sigler, 1999); en lacertilios registros de 80.6 % en *Calotes versicolor* (Ji et al., 2002), 77% para *Lacerta agilis* (Olsson, 1994), 66% en *Podarcis muralis* (Van Damme et al., 1992), 42% en *Sceloporus undulatus* (Angilletta et al., 2000) y 35.7% en *Aspidoscelis costata* (López-Moreno, 2011). No obstante, la mayor parte de esta evidencia proviene de estudios realizados con temperaturas de incubación constantes o mediante manipulación experimental en laboratorio; sin embargo, datos disponibles sobre la ecología térmica de nidadas en campo, también apoyan la idea de que la temperatura tiene un efecto sobre el éxito de eclosión (Shine et al., 2003).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Finalmente las dimensiones de los huevos a la oviposición también influyen el éxito de eclosión. Por ejemplo, huevos grandes producen crías grandes (Packard et al. 1983) con tasas de sobrevivencia altas; debido a ello existe una ventaja adaptativa para seleccionar huevos grandes (Smith y Fretwell, 1974; Brockelman 1975). Elevadas tasas de mortalidad se han relacionado en primera instancia por el tiempo que pasan los huevos dentro el nido (Shine y Bull, 1979). Para ello, parte de las estrategias que utilizan los lacertilios ovíparos para maximizar las tasas de sobrevivencia es retener los huevos dentro el oviducto por periodos más prolongados, dicha retención pueden estar inducida por condiciones adversas o no favorables en el ambiente (Stamps, 1976), forzando a las hembras a esperar condiciones óptimas para la oviposición, mientras al mismo tiempo el embrión alcanza estadios de desarrollo próximos a la eclosión reduciendo el tiempo que los huevos son expuestos al ambiente (DeMarco, 1993). Aunque esto disminuye substancialmente la mortalidad de los huevos, sacrifica la sobrevivencia de las hembras al reducir sus capacidades locomotoras (Galdino et al., 2003).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Esfuerzo reproductor

La masa relativa de camada o nidada MRC/MRN (especies vivíparas/ovíparas, respectivamente) ha sido considerada una de las características centrales en la historia de vida de reptiles (Tinkle, 1970; Vitt y Price, 1982). Su cálculo proviene de la proporción del peso de la nidada respecto al peso de la hembra (Pianka y Parker, 1975; Gerald y Miskell, 2007) y se considera como la proporción de energía destinada a la reproducción (Vitt y Congdon, 1978) y como un estimador indirecto del esfuerzo reproductor en escamados (Tinkle, 1969; Seigel y Fitch, 1984).

Diversas hipótesis han surgido en el estudio de características de historia de vida en reptiles, en este caso se ha sugerido que el tamaño corporal y MRN han coevolucionado con el modo de forrajeo (Vitt y Congdon, 1978). De tal forma que aquellas especies que muestran un forrajeo pasivo, tienden a presentar cuerpo robusto, velocidad baja de escape y alta MRN (e.g. *Phrynosoma*). Por el contrario, organismos de forrajero activo muestran cuerpo cilíndrico, velocidad alta de escape y baja MRN (e.g. *Aspidoscelis*) (Vitt y Congdon, 1978; Vitt y Price, 1982, Rodríguez-Romero et al., 2005; Mesquita et al., 2016).

La MRN ha sido estimada de diferentes maneras, desde calcular el índice a partir de la masa de embriones o huevos tomados directamente del oviducto (lo cual sesga el índice al presentar diferencias en los estadios embrionarios) y recientemente otros estudios lo obtienen mediante la masa de crías y huevos

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

frescos (estandarizando el estadio embrionario) (Cuellar, 1984; Vitt y Price, 1982). A pesar de ello, este índice continúa en uso y se ha registrado para diferentes familias de lacertilios: Phrynosomatidae (Bastiaans et al., 2013); Iguanidae (Castro-Franco et al., 2011), Polychrotidae (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997), Teiidae (Ramírez-Bautista et al., 2000) y Xenosauridae (Zamora-Abrego et al., 2007).

Esqueletocronología

Desde la importancia de conocer la edad, talla a la madurez sexual, tasas de crecimiento y sobrevivencia, muchos modelos sobre características de historias de vida se han basado en si una especie tiene una larga o corta expectativa de vida, con lo cual su adecuación puede verse favorecida o afectada (Gibbons y Semlitsch, 1982; Castanet, 1994). Debido a lo anterior, surgen métodos como la esqueletocronología, la cual es una técnica que permite estimar la edad de vertebrados ectotermos debido a un crecimiento óseo relacionado a la estacionalidad (Castanet, 1994). Este periodo de estacionalidad promueve una aceleración (cuando los organismos muestran actividad) y desaceleración o reabsorción (cuando los organismos presentan inactividad e.g. estivación) de hueso; dicha dinámica produce líneas de arresto de crecimiento (LAC), que son bandas de periostio observadas como marcas o anillos delgados (McCoy et al., 2010). De esta manera, cada ciclo consiste de un periodo de crecimiento activo y un periodo de arresto o sin crecimiento (Zug y Rand, 1987). El número total de

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

LACs se ha usado como un estimador de la edad de los individuos (Castanet et al., 1988).

En reptiles esta técnica fue desarrollada en especies que se distribuyen en regiones templadas donde se distinguen las estaciones de verano e invierno y donde las especies experimentan un bajo metabolismo durante el invierno y un alto en verano, respectivamente; sin embargo, la factibilidad de la técnica en especies tropicales y subtropicales no ha sido tan clara y solo algunos estudios han determinaron exitosamente la edad de algunas especies: *Calotes versicolor* (Patnaik y Behera, 1981); *Iguana iguana* (Zug y Rand, 1987), *Psammophilus dorsalis* (Mahapatro et al., 1989) y *Sitana ponticeriana* (Pal et al., 2009). El desarrollo de esta técnica ha permitido obtener parámetros demográficos como la edad, la relación del tamaño corporal respecto a la edad, edad a la madurez sexual, historia de crecimiento, longevidad (Yung-Chih et al., 2005) y con ello poder comprender más precisamente muchos aspectos ecológico-evolutivos de las historias de vida en escamados.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Descripción de la especie

Basiliscus vittatus Wiegmann, 1828

Pertenece a la familia Corytophanidae, *B. vittatus* es una lagartija ovípara que se distribuye ampliamente en regiones tropicales; en México se ha registrado en Jalisco, Michoacán, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, hasta Panamá en Centroamérica (Campbell, 1998; Castañeda-Hernández, 2011). En Florida se ha registrado como especie introducida (Krysko et al., 2006). A pesar de su amplia distribución pocos estudios se han realizado para conocer detalladamente su biología.

Se ha registrado un característico dimorfismo sexual, donde los machos (Figura 1) tienen tamaños corporales más grandes que las hembras (Hirth, 1963). Los machos adultos presentan una evidente cresta nugal y una cresta en la región media del dorso que se extiende hasta la cola y que en machos jóvenes es menos notoria y en hembras casi ausente (Figura 2) (Maturana, 1962; Campbell, 1998).

Aspectos sobre la reproducción en México indican una actividad espermatogénica continua en Teapa, Tabasco (Rivera-López, 2016), mientras que hembras grávidas fueron registradas de marzo a julio en Catemaco, Veracruz (Suárez-Varón, 2015); otras poblaciones distribuidas más al sur muestran una actividad reproductora más extendida, ya que las hembras grávidas fueron registradas entre marzo y octubre (Fitch, 1973).

En cuanto al uso de hábitat, *B. vittatus*, tiene preferencias por estar cerca de los cuerpos de agua, orillas de ríos, estanques (Hirth, 1963; Fitch, 1973) donde es

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

muy conocido por su capacidad de correr bípedamente sobre la superficie del agua, en ocasiones se ha observado buscando refugios bajo el agua (Vieira *et al.*, 2005). También se encuentra en el suelo, arbustos y ramas de los árboles donde se ha visto realizando conductas de percha y termorregulación (Campbell 1998; Zug *et al.*, 2001).

Justificación

Basiliscus vittatus es una lagartija que a pesar de su amplia distribución geográfica, ha sido poco estudiada en cuanto a características de historia de vida. Existen pocos estudios que permitan conocer más a fondo su biología. En este sentido, este estudio aporta información acerca de características de historia de vida y que al dilucidarlas, se aporta evidencia de cómo surge la diversificación de las respuestas reproductoras (Shine y Greer, 1991) y cómo son utilizadas por las especies, para finalmente comprender el significado ecológico-evolutivo de las estrategias de historias de vida.

Las características que presenta la nidada se han convertido en un parámetro importante de estudiar, ya que a partir de tener un conocimiento específico en una etapa tan crítica como lo es el huevo y el proceso de incubación para las diferentes especies de reptiles ovíparos, permite aplicar nuevos métodos y modificar otros en pro de la conservación de las mismas y sus hábitats, sobre todo para aquéllas cuyas poblaciones están en declive o se desconoce el status en el que se encuentra la población.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

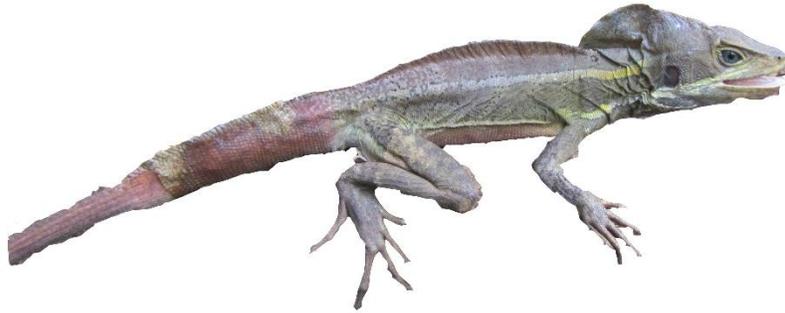


Figura 1.- Macho adulto de *Basiliscus vittatus* (LHC=170 mm) en “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.



Figura 2.- Hembra adulta de *Basiliscus vittatus* en “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

OBJETIVOS

General

Evaluar las características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* y su relación con factores bióticos y abióticos.

Particulares

Estimar en *Basiliscus vittatus* en La Selva del Marinero, Catemaco, Veracruz:

1. El tamaño de la nidada, peso y dimensiones de los huevos
2. El periodo de incubación
3. La talla y peso de eclosión de los neonatos
4. El éxito de eclosión
5. El estadio embrionario a la oviposición
6. La edad de las hembras grávidas
7. El esfuerzo reproductor

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Selva del Marinero situada en el Ejido Adolfo López Mateos dentro el municipio de Catemaco, Veracruz, ubicada entre las coordenadas 18° 26' 36.3" latitud norte y 94° 37' 81.9" longitud oeste (Figuras 3 y 4). La zona de estudio se encuentra a una altitud de 177 msnm. El clima es cálido-húmedo influenciado por vientos del hemisferio norte lo cual favorece la precipitación durante el verano y lo cual extiende la temporada de lluvias desde junio a febrero, mientras la estación de sequía se ha registrado entre marzo y mayo; la región presenta un régimen térmico promedio de 27°C y 4964 mm de precipitación anual acumulada (Ibarra-Manríquez y Sínaca, 1987; Gutiérrez-García y Ricker, 2011).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

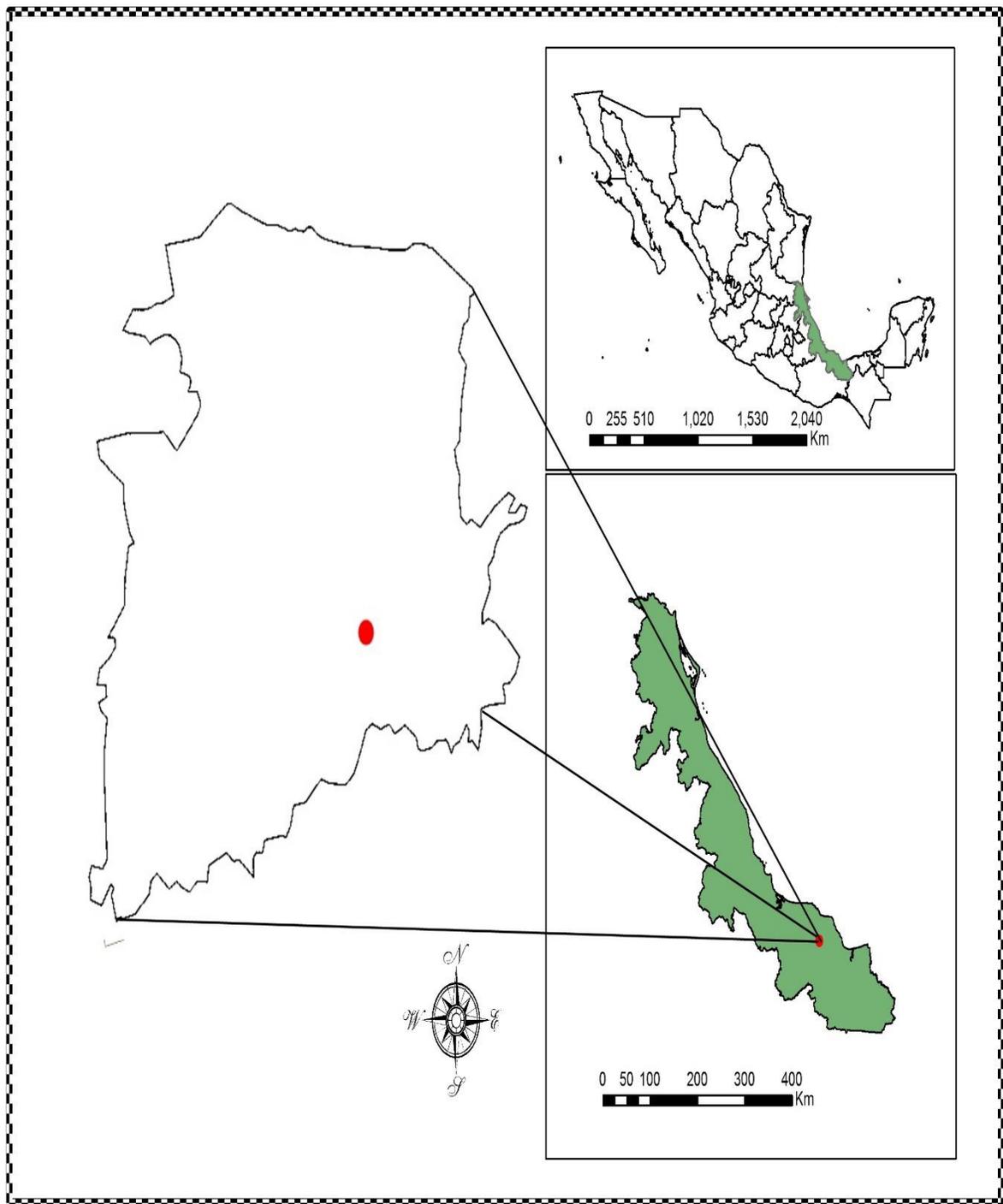


Figura 3.- Mapa de localización de la población de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)



Figura 4.- Área de estudio de *Basiliscus vittatus* donde se observa el río Coxcoapan. Foto: Suárez-Rodríguez, O.

Trabajo en campo

Se realizaron visitas mensuales a la zona de estudio de marzo a julio, meses correspondientes al periodo donde se han registrado hembras grávidas (Suárez-Varón et al., 2015). Las hembras se buscaron en sitios donde es común observarlas, zonas cercanas a cuerpos de agua, sobre ramas, troncos, vegetación riparia (río Coxcoapan), suelo y rocas. La captura de las hembras se llevó a cabo manualmente o con ayuda de una caña de pescar con nudo corredizo.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Para valorar su condición reproductora, se realizó una palpación abdominal y una valoración visual, donde las hembras grávidas mostraron un contorneo en la región del abdomen (Castilla y Bauwens, 2000; Boretto *et al.*, 2014).

Una vez que se determinó la condición reproductora de las hembras les fueron registrados los siguientes datos: fecha de colecta, hora del día, longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC) y distancia interaxilar (DIA) al milímetro más cercano con un vernier digital (Electronic digital caliper Edmt, 0.1 mm), adicionalmente se tomó el peso corporal (Pesola AG, *Baar.*, *Switzerland* 0.1 g) y posteriormente fueron transportadas al laboratorio.

Trabajo de laboratorio

Mantenimiento en cautiverio: Oviposición

Las hembras grávidas fueron mantenidas de manera individual en terrarios de 1 m x 50 cm x 50 cm (largo, ancho y alto) elaborados con vidrio y madera. Se colocó como sustrato suelo proveniente del sitio de estudio con el cual se formaron montículos de tierra dentro el terrario y fueron rociados con agua para mantener la humedad. Adicionalmente se incluyeron ramas y rocas que fungieron como refugios y sitios de percha para las hembras. Se colocaron lámparas incandescentes Exo Terra® de 75 watts dentro de los terrarios manteniendo un gradiente térmico entre 20-40°C, se mantuvo un fotoperiodo de 12/12 h (fotofase/escotofase), respectivamente. Cada tercer día se les suministró agua *ad*

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

libitum y como alimento grillos (*Acheta domesticus*) y larvas de tenebrio (*Tenebrio mollitor*) a saciedad. Dichas condiciones de cautiverio se mantuvieron hasta el proceso de oviposición.

Para detectar la oviposición, los terrarios se monitorearon diariamente y se tomó en cuenta la presencia de huevos en el terrario o la flacidez abdominal de la hembra. Posterior al proceso de oviposición, se tomó el peso corporal de cada una de las hembras, este valor fue considerado como el Peso Absoluto de la hembra (PA).

Datos de la nidada

Una vez que las hembras ovipositaron se registró: la fecha y hora de oviposición, tamaño de la nidada (TN) (considerando el número total de huevos en el nido), largo y ancho máximos del huevo (LM y AM respectivamente), además del peso de cada huevo (PH) y para estimar el volumen (VH) se utilizó la ecuación para una elipsoide $V = \frac{4}{3} \pi (\frac{1}{2} L) (\frac{1}{2} A)^2$ donde L es el largo máximo y A es el ancho máximo (Figura 5). Así también se tomó un huevo aleatoriamente de cada nidada y se fijó en formaldehído al 10% para determinar el estadio de desarrollo embrionario a la oviposición de acuerdo a las tablas de Dufaure y Hubert (1961). Finalmente, para calcular el índice de MRN se utilizó el método de Tinkle (1969), el cual corresponde al cociente del peso de la nidada (PN) entre el Peso total de la hembra = PT (peso de la hembra + peso de la nidada).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)



Figura 5.- Nidada de una hembra de *Basiliscus vittatus* de la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz, mantenida en condiciones de cautiverio, oviposición el 11 de mayo de 2016.

Incubación

Los huevos provenientes de cada nidada se transfirieron a recipientes debidamente etiquetados que contenían como sustrato una mezcla de vermiculita: agua destilada en proporción 1:1 (relación 10 g vermiculita: 10 ml de agua destilada) (Robin M. Andrews, Com. Pers.); posteriormente cada recipiente se introdujo a una incubadora Percival® Model I-30VL programada a una temperatura de 28°C hasta la eclosión de los neonatos. La temperatura de 28°C se ha

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

considerado en diversos estudios experimentales (Andrews et al., 2000), ya que se obtiene un éxito de eclosión elevado y menores infecciones fúngicas (Kohler, 2005); cabe señalar que dicho valor coincide con la temperatura registrada un nido natural de *B. vittatus* (Suárez-Varón et al., 2016).

Adicionalmente las condiciones térmicas dentro los recipientes fueron verificadas usando iButton thermocron®, que se depositó en un recipiente (con las mismas características térmicas de incubación y de sustrato). Los huevos llevaron un control por fecha de oviposición y se colocó una malla plástica a cada recipiente para confinar al neonato en caso de eclosión.

Para conocer la talla a la eclosión de las crías se midió la longitud hocico-cloaca (LHC), largo de la cola (LC) y el peso de las crías. Adicionalmente el sexo de las presencia (por transiluminación) de los hemipenes (Brown, 2009).

Esqueletocronología

Para el estudio de esqueletocronología, a cada hembra se le cortó una falange (la misma falange para todas las hembras) que fue preservada en alcohol al 70%. Las falanges fueron descalcificadas por inmersión en ácido nítrico (HNO₃) al 5% por dos horas y posteriormente se realizó un lavado con agua corriente para quitar el exceso de solución. El proceso de deshidratación incluyó inmersiones secuenciales en alcoholes graduales, una mezcla 1:1 de alcohol absoluto: xilol y xilol absoluto para aclarar el tejido durante 30 min en cada fase. Posteriormente, cada falange fue embebida en Paraplast® y se realizaron cortes a 14 micras sobre

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

la región media de la diáfisis en un micrótopo rotatorio Leica RM2125 RTS ®. Las secciones de los cortes fueron teñidas con hematoxilina de Ehrlich durante 10 minutos y montadas con Entellan®. Finalmente las muestras se observaron al microscopio óptico para el conteo de las líneas de arresto de crecimiento (LAC) (Patón y Juarranz, 1990). Dicho conteo se realizó por triplicado para cada muestra por el mismo observador pero sin conocer el código de identificación de la hembra al que pertenecía (Sagor, 1998).

Análisis de resultados

Se analizó la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y la homocedasticidad de varianzas (Levene's), de acuerdo a estos análisis se aplicaron pruebas paramétricas o no paramétricas (Quinn y Keough, 2002). Los valores de las características de la hembra: LHC, DIA, PA, PT y MRN así como los de características de la nidada: TN, PN, AM, LM y VH se registraron con el promedio (\bar{x}), error estándar (EE) y coeficiente de variación (CV = desviación estándar/media x 100; calculado como una medida de la variación para observar aquellos parámetros de nidada con el mayor porcentaje de variación). Adicionalmente, se realizaron análisis de regresión para determinar si existe una asociación entre estas variables. Asimismo para dilucidar si el efecto de la condición corporal (robustez) de las hembras tiene un efecto sobre el TN y PN, se utilizaron los residuales de la regresión entre el log LHC y log PA como variable independiente en correlaciones de Pearson con el TN y PN como variables dependientes (objetivo particular 1). El periodo de incubación en *B. vittatus* se

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

definió como el tiempo que transcurrió desde el día en que la hembra depositó sus huevos hasta la eclosión del primer neonato, este periodo se registró con el \bar{x} y EE, además para comparar los días de incubación entre nidadas se realizó una prueba de Kruskal-Wallis (objetivo particular 2). Del mismo modo para obtener la talla (LHC) y peso a la eclosión de los neonatos de *B. vittatus* se usó el \bar{x} y EE. Adicionalmente para analizar si el peso, LC y LHC de las crías a la eclosión difieren entre nidadas se realizaron pruebas de ANDEVA (de ser normales los datos, si no se optó por pruebas no paramétricas como Kruskal-Wallis). También se analizaron las asociaciones de las características de las crías con: características de la nidada y de las hembras mediante correlaciones de Pearson (objetivo particular 3). La estimación del éxito de eclosión por nidada y para el total de nidadas se realizó mediante la operación: número de huevos eclosionados sobre el número total de huevos en el nido por cien (objetivo particular 4). Para determinar si existe una preferencia por parte de las hembras para ovipositar en algún estadio embrionario se realizaron pruebas de X^2 (objetivo particular 5). Por otra parte, se realizaron análisis de regresión lineal con la edad estimada a la cual las hembras se encuentran grávidas (LACs) obtenida a partir de la técnica de esquelotocronología utilizada como variable independiente contra las características de la hembra y de la nidada como variables dependientes para determinar si existen o no asociaciones entre estas variables (objetivo particular 6). Para determinar el esfuerzo reproductor se calculó el índice de MRN de acuerdo a los criterios de Tinkle (1969) utilizando el cociente del peso de la nidada

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

(PN) entre (PT= el peso de la hembra + el PN) la cual se utilizó en análisis de regresión lineal como variable dependiente contra las características de la nidada (objetivo particular 7).

RESULTADOS

TAMAÑO DE LA NIDADA Y DIMENSIONES DEL HUEVO

Se colectaron 18 hembras grávidas de *B. vittatus* con una LHC promedio de 125.6 ± 2.3 mm (intervalo 106-144), mientras el promedio para PA fue 44.2 ± 2.6 g (intervalo 26.8-67) y el PT de 53.3 ± 2.8 g (intervalo 34-76). El tamaño de la nidada promedio fue de 6 ± 0.3 huevos (intervalo 5-9). El huevo mostró las siguientes características: peso= 1.4 ± 0.02 g (0.8-2.2), LM= 19.7 ± 0.13 mm (intervalo 16.5-22.7), AM= 11.2 ± 0.07 mm (intervalo 8.9-12.7), VH= 1305.5 ± 21.41 mm³ (827.4-1782.01). Datos adicionales sobre la estadística descriptiva (CV, n) de la morfología de la hembra y características de la nidada se presentan en el Cuadro 1.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Cuadro 1. Estadística descriptiva de la morfología de la hembra: LHC (longitud hocico-cloaca), PA (peso absoluto) y DIA (distancia interaxilar) y características reproductivas: MRN (masa relativa de la nidada), TN (tamaño de la nidada), PH (peso del huevo), LM (largo máximo), AM (ancho máximo) y VH (volumen del huevo) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Característica	Media	EE	Min	Max	CV %	N
LHC (mm)	125.6	2.25	106	144	7.6	18
PA (g)	44.2	2.64	26.8	67	25.4	18
DIA (mm)	65.1	1.3	55.9	74.69	8.5	18
MRN	0.16	0.008	0.06	0.20	21.02	18
TN	6	0.3	5	9	22.1	18
PH (g)	1.4	0.02	0.8	2.2	17.7	18
VH (mm ³)	1305.5	21.4	827.39	1782.01	17	108
(LM) (mm)	19.7	0.1	16.52	22.7	7.2	108
(AM) (mm)	11.2	0.07	8.94	12.72	7.1	108

El tamaño de la nidada se correlacionó positivamente con la LHC de la hembra ($r=0.57$, $P=0.01$) (Figura 6) aunque no mostró relación con características de la nidada: LM ($r=-0.26$, $P=0.29$), AM ($r=0.37$, $P=0.12$) y PH ($r=-0.16$, $P=0.50$). Adicionalmente, no se encontró un efecto de la robustez de las hembras sobre el tamaño de la nidada ($r=0.002$, $P=0.99$), ni con el peso promedio de los huevos ($r=-0.07$, $P=0.75$).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

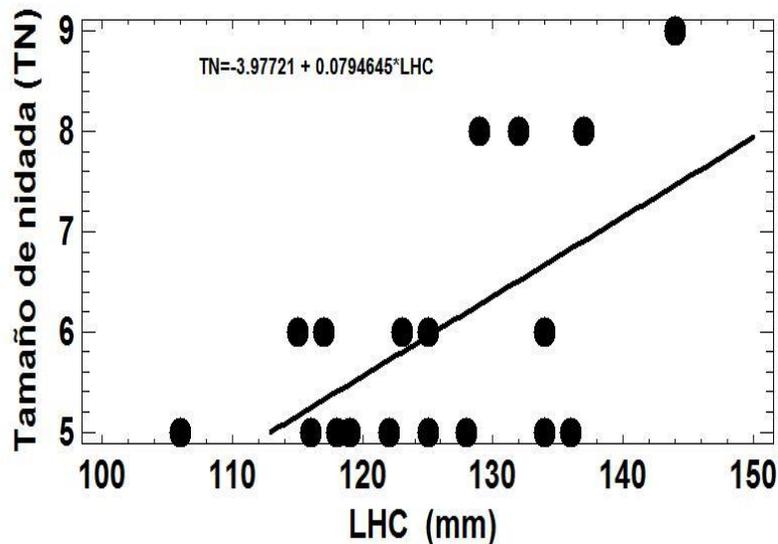


Figura 6.- Relación entre el tamaño de nidada (TN) y la longitud hocico-cloaca (LHC) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

PERIODO DE INCUBACIÓN EN *BASILISCUS VITTATUS*

El promedio estimado de los días de incubación de huevos de *B. vittatus* fue 59.1 ± 0.3 días (intervalo 55-62). En cuanto al análisis para evaluar los días de incubación entre nidadas, los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov, $P=0.06$) y homocedasticidad de varianzas (Levene's test, $p=0.02$) no se cumplieron, de acuerdo a esto, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis mostrando que los días de incubación difirieron significativamente entre nidadas ($H=26.91$, $P=0.0001$) (Figura 7).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

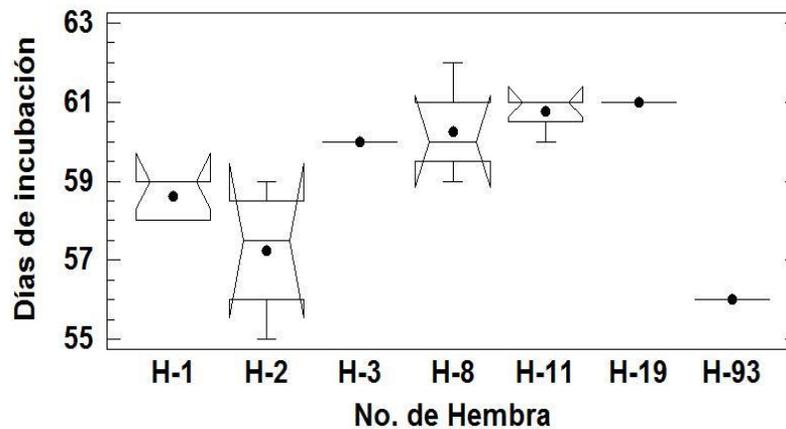


Figura 7.- Media (\pm EE) de la comparación entre nidadas de los días de incubación de huevos de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. El eje X representa al código de identificación de las hembras.

TALLA Y PESO DE ECLOSIÓN DE LOS NEONATOS DE *BASILISCUS VITTATUS*

La talla promedio de las crías a la eclosión mostró una LHC de 37.9 ± 0.3 mm (intervalo 35-42, $n= 32$), mientras el peso promedio fue de 1.5 ± 0.03 g (intervalo 1.2-1.8, $n= 32$) y LC 84.4 ± 2.3 mm (intervalo 59-106, $n= 32$). Cuando se comparías a la eclosión entre nidadas, el ANDEVA mostró diferencias significativas ($F= 5.62$, $P= 0.008$) (Figura 8), lo mismo sucedió cuando se analizó la LHC de las crías entre nidadas ($F= 4.18$, 0.004) (Figura 9) y una situación similar al comparar el LC ($F= 14.22$, $P= 0.0001$) (Figura 10). De acuerdo a la prueba de Tukey, las crías provenientes de las hembras: H-3 y H-8, son más pesadas, con mayores tallas de LHC y LC comparado con el resto de las nidadas.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

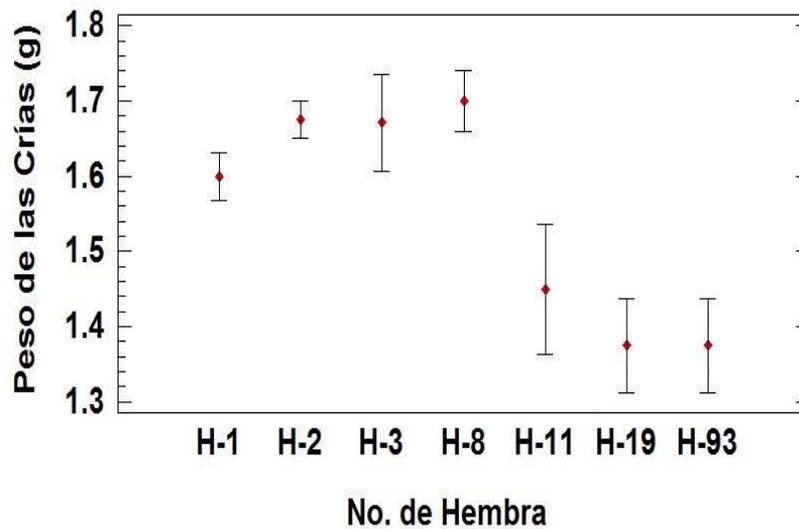


Figura 8.- Media (\pm EE) de la comparación entre nidadas del peso de las crías a la eclosión de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. El eje X representa al código de identificación de las hembras.

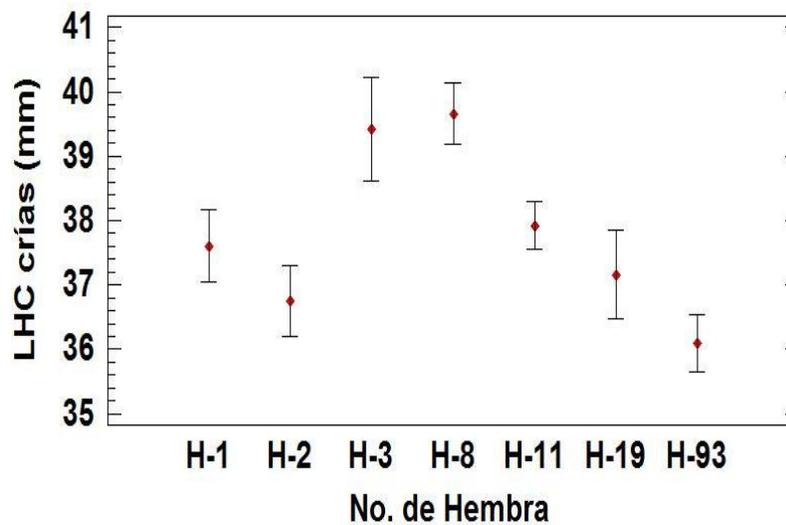


Figura 9.- Media (\pm EE) de la comparación entre nidadas del hocico-cloaca (LHC) de las crías a la eclosión de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. El eje X representa al código de identificación de las hembras.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

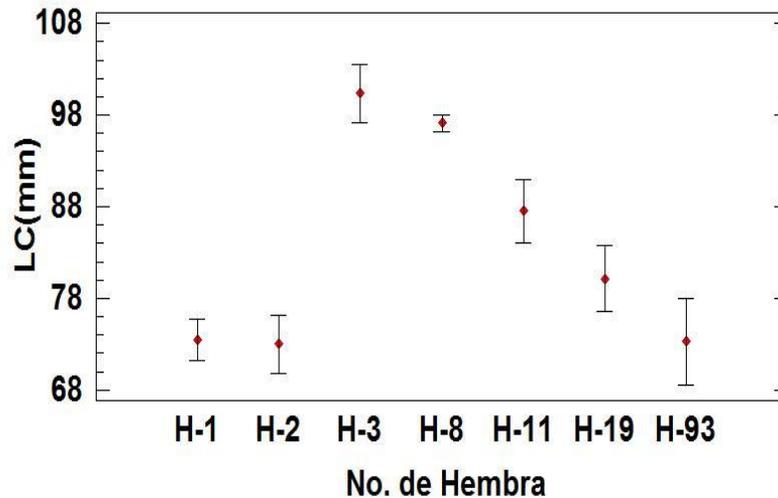
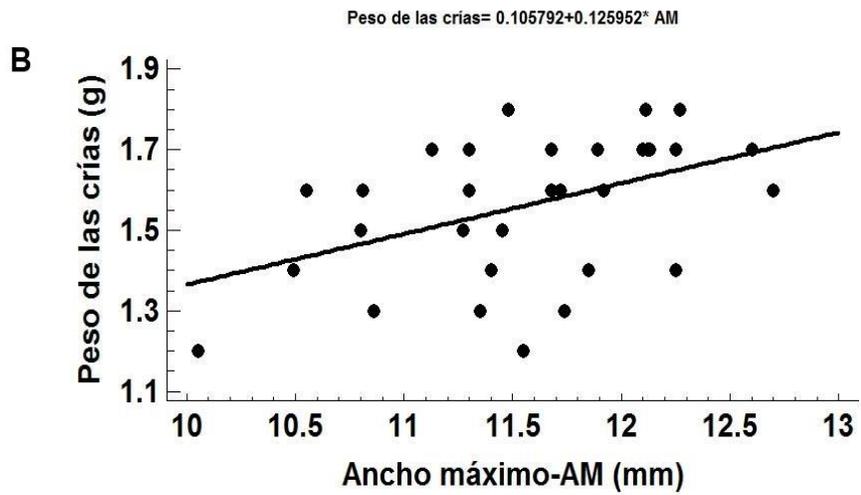
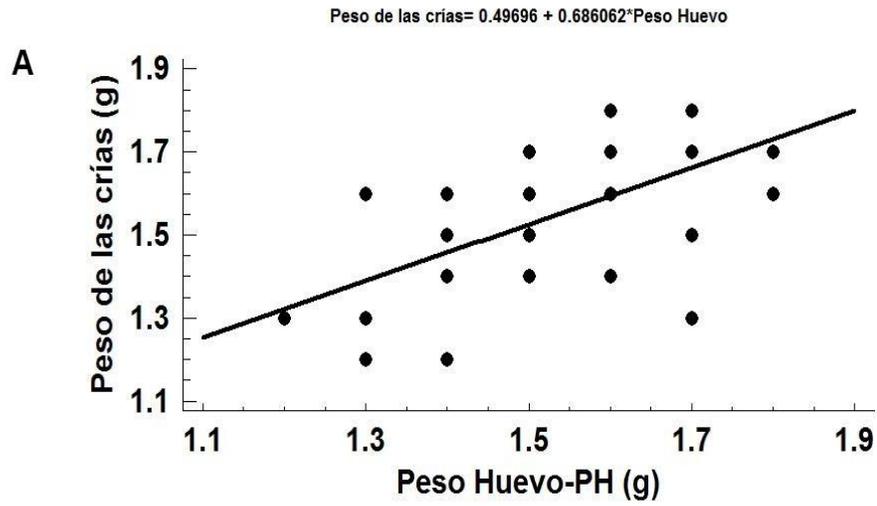


Figura 10.- Media (\pm EE) de la comparación entre nidadas del largo de la cola (LC) de las crías a la eclosión de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. El eje X representa al código de identificación de las hembras.

RELACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LAS CRÍAS CON LAS CARACTERÍSTICAS DE NIDADA

El peso de las crías a la eclosión se correlacionó positivamente con: el peso de los huevos a la oviposición ($r= 0.59$, $P= 0.0003$), AM ($r= 0.44$, $P= 0.01$) y con el VH ($r= 0.39$, $P= 0.02$) (Figura 11 A, B y C, respectivamente), mientras el resto de los análisis de regresión no mostraron correlaciones significativas (Cuadro 2).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)



Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

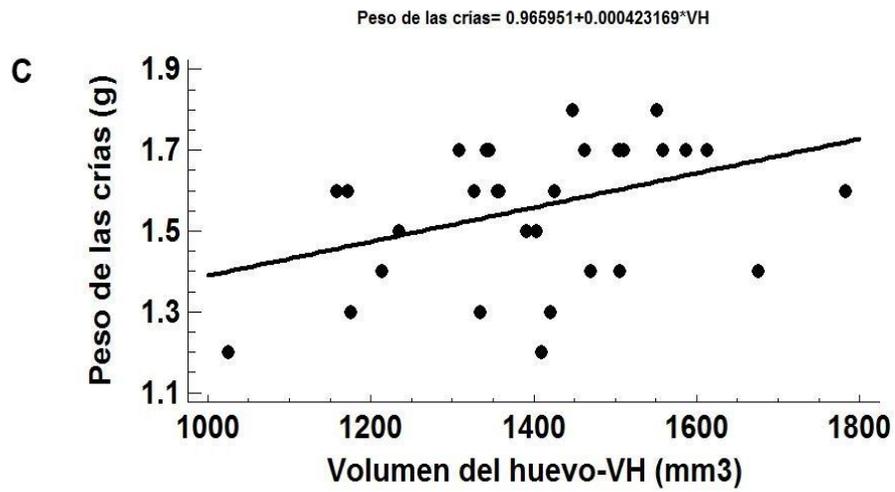


Figura 11.- Análisis de regresión del peso de las crías con características de la nidada: (A), peso del huevo (PH), (B) ancho máximo (AM) y (C) Volumen del huevo (VH) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Cuadro 2. Regresiones evaluadas entre las características de las crías y de la nidada de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. Se presenta el coeficiente de correlación (r) y el nivel de significancia (P).

Variab	Coeficiente de correlación (r)	P
LHC crías vs PH	0.24	0.17
LHC crías vs LM	0.014	0.93
LHC crías vs AM	0.21	0.23
LHC crías vs VH	0.16	0.35
Peso de las crías vs PH	0.59	0.0003
Peso de las crías vs LM	0.066	0.71
Peso de las crías vs AM	0.44	0.01
Peso de las crías vs VH	0.39	0.02
Largo de la cola vs PH	0.15	0.39
Largo de la cola vs LM	0.08	0.63
Largo de la cola vs AM	0.12	0.49
Largo de la cola vs VH	0.10	0.55

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

RELACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LAS CRÍAS CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LA HEMBRA

En cuanto a la relación de las características morfológicas de las crías respecto a las de hembras, se encontró una correlación negativa entre el peso de las crías y la DIA (Figura 12), sin embargo no existió alguna otra asociación entre los rasgos de crías y hembras (Cuadro 3).

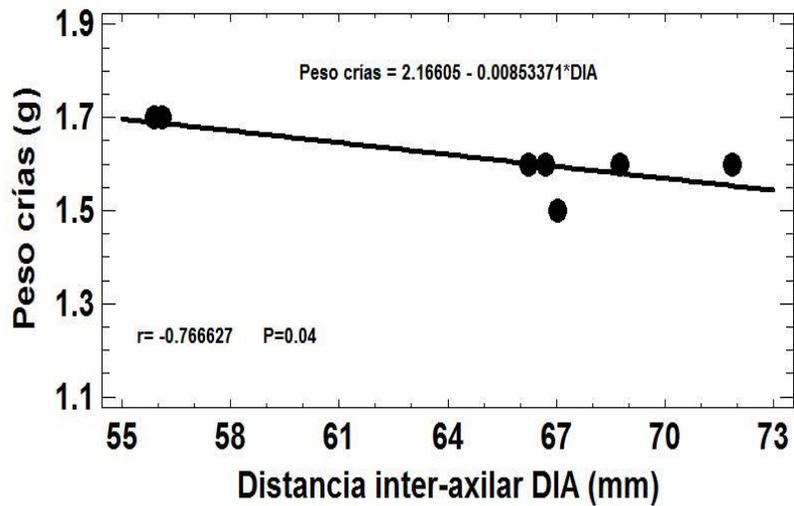


Figura 12.- Relación entre el peso de las crías y distancia inter-axilar de las hembras (DIA) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Cuadro 3. Valores de coeficiente de correlación y (r) y el nivel de significancia (P) del análisis de regresión entre características de las crías y hembras de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Variable	Coeficiente de correlación (r)	P	Variable	Coeficiente de correlación (r)	P	Variable	Coeficiente de correlación (r)	P
LHC crías vs. LHC hembras	0.28	0.53	Peso crías vs. DIA	-0.76	0.04*	Peso crías vs. PA	-0.30	0.51
Peso crías vs. LHC hembras	-0.59	0.16	LHC crías vs. DIA	0.47	0.28	LC crías vs. PA	0.60	0.15
LC crías vs. LHC hembras	0.37	0.40	LC crías vs. DIA	0.55	0.19	LHC crías vs. PA	0.34	0.44

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ÉXITO DE ECLOSIÓN

Los meses en los que se llevó a cabo el proceso de oviposición correspondieron a mayo, junio, julio, agosto y septiembre, mientras el periodo de eclosiones incluyó julio y agosto (presente estudio). Se obtuvieron un total de 108 huevos provenientes de 18 hembras, de los cuales eclosionaron 32 crías. De esta manera, cuando se estimó el éxito de eclosión de forma general fue 29.6 %, mientras al estimar el éxito de eclosión por hembra, 6 de ellas mostraron 100 % de eclosión y una de 44.4 % (Figura 13), sin embargo, en el resto de las hembras (n= 11) no se registraron eclosiones.

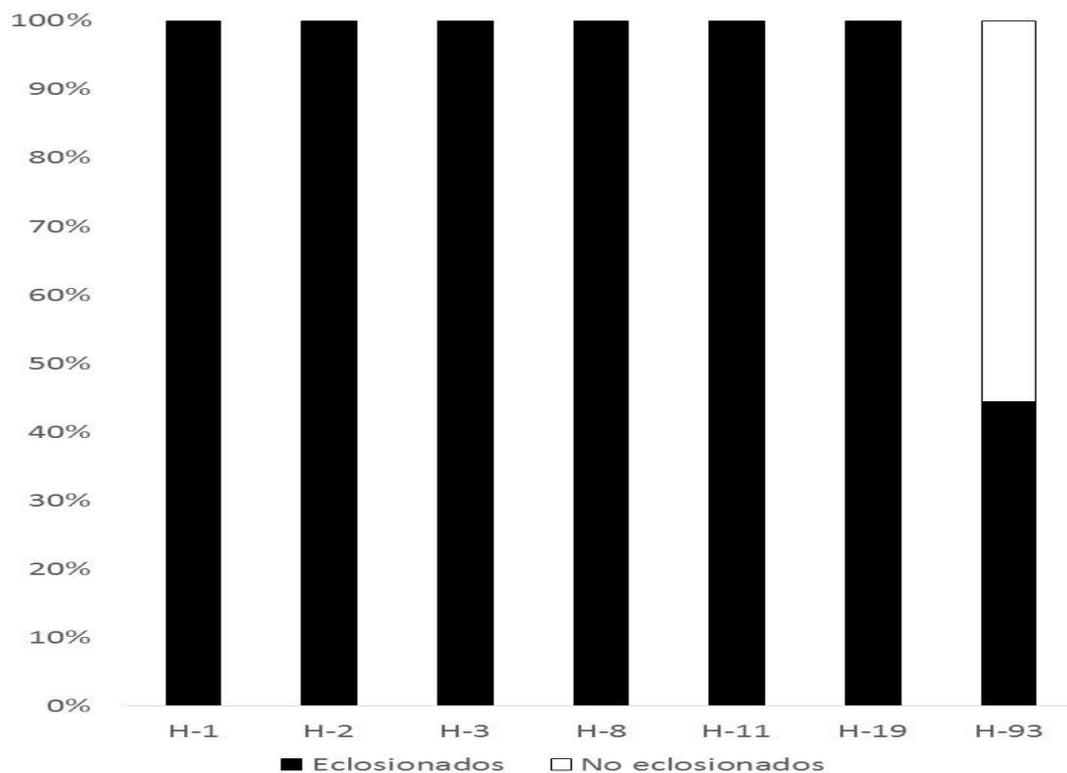


Figura 13.- Comparación de la proporción del éxito de eclosión entre hembras de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ESTADIO A LA OVIPOSICIÓN

Se fijaron 15 huevos a la oviposición y se obtuvieron los siguientes estadios de desarrollo embrionario (Figura 14): estadio 30 (n=5), estadio 31 (n=6) y estadio 32 (n=4). Al realizar la prueba de ji-cuadrada no se observó preferencia de las hembras por el estadio embrionario a la oviposición ($X^2= 0.4$, $P= 0.81$). Las características de cada estadio se describen a continuación:

Estadio 30. Los ojos comienzan a pigmentarse, se encuentran abiertas cinco aperturas branquiales y las extremidades no tienen dígitos (muñones).

Estadio 31. Los ojos se encuentran pigmentados y prominentes, mientras las extremidades comienzan a aplanarse.

Estadio 32. Los dígitos de las extremidades comienzan a diferenciarse y se encuentran dos aperturas branquiales abiertas.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

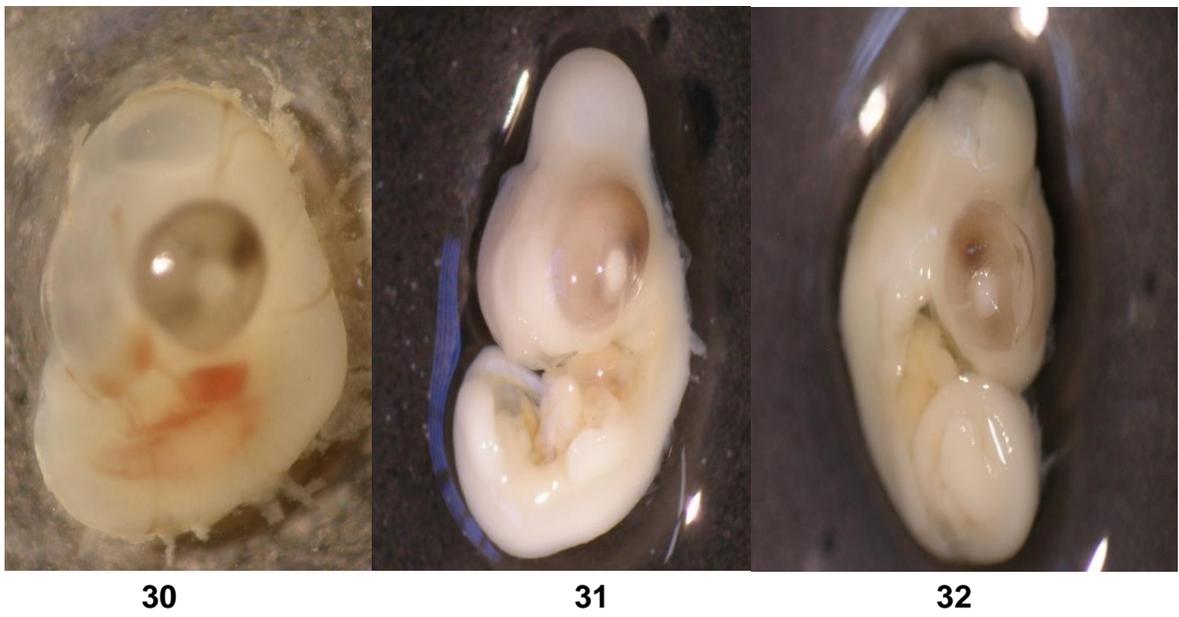
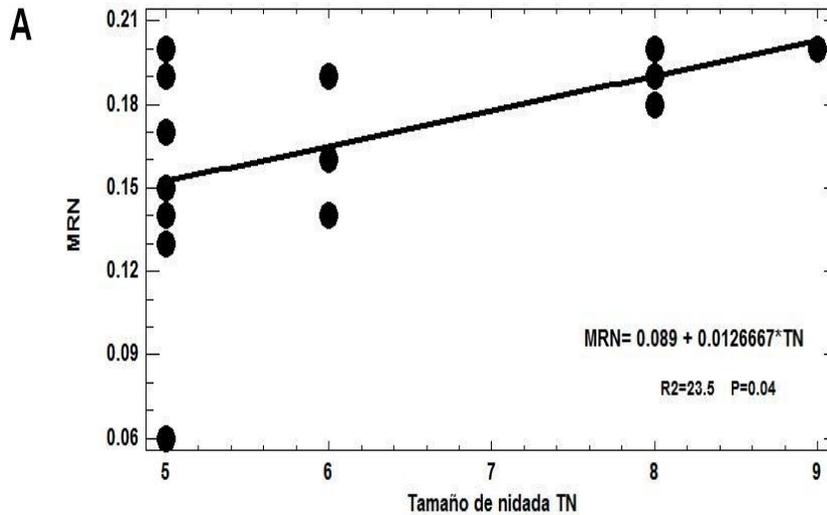


Figura 14.- Estadios embrionarios a la oviposición de *Basiliscus vittatus* obtenidos en condiciones de laboratorio.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ESFUERZO REPRODUCTOR

La MRN fue 0.16 ± 0.01 (intervalo 0.07-0.26, CV= 21.5%) y se correlacionó positivamente con TN ($r= 0.48$, $P= 0.04$, Figura 15 A) y con AM ($r= 0.47$, $P= 0.04$, Figura 15 B). Por otra parte, cuando se analizó con otras características de la hembra no se observaron correlaciones entre MRN con LHC ($r= -0.13$, $P= 0.58$), PA ($r= -0.36$, $P= 0.13$), DIA ($r= -0.24$, $P= 0.34$), ni con características de la nidada, PN ($r= 0.45$, $P= 0.05$), LM ($r= 0.17$, $P= 0.48$), y VE ($r= 0.16$, $P= 0.52$).



Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

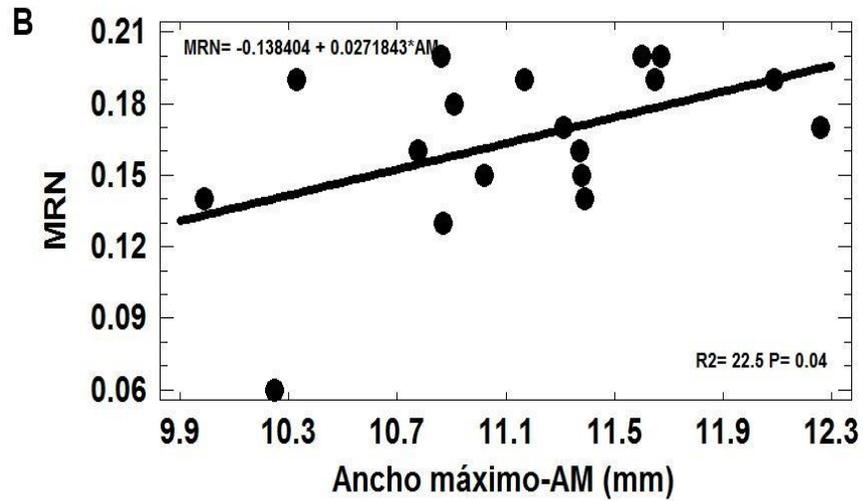


Figura 15.- Análisis de regresión entre el índice de masa relativa de la nidada (MRN) con: (A) tamaño de la nidada (TN) y (B) ancho máximo (AM) de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ESQUELETOCRONOLOGÍA

Las secciones de falange que fueron examinadas, tuvieron una forma casi circular y LACs fueron observadas en la zona del periostio la cual es separada del endostio (por la primera línea formada de la cavidad medular hacia afuera) por una línea de reversión o reabsorción (LR) (Figura 16). Aunque LACs no fueron tan claras y/o uniformes, se pudieron contar examinando algunas secciones para cada hembra.

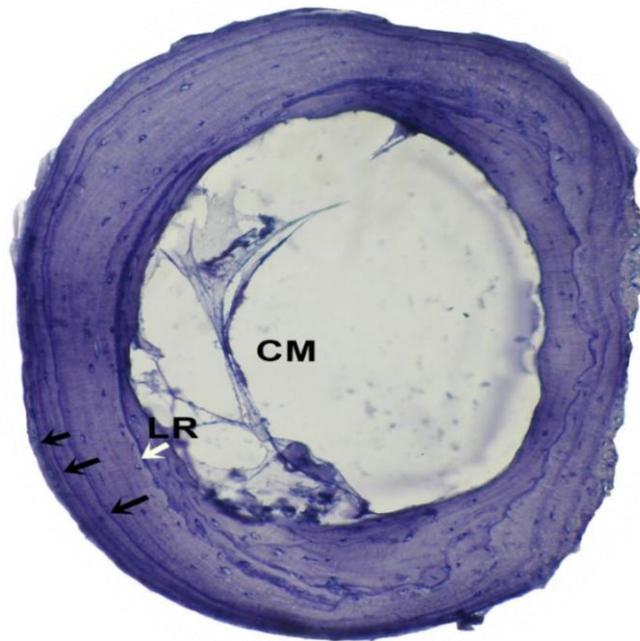


Figura 16. Sección de corte de la diáfisis de una falange de hembra en condiciones de gravidez de *Basiliscus vittatus* (LHC= 134 mm) en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz. Se observan 3 LACs (flechas negras), línea de reversión (flecha blanca= LR) y cavidad medular (CM).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

La edad (LACs) promedio fue de 1.7 ± 0.23 (intervalo 1-3, $n=13$) y se correlacionó positivamente con la LHC de las hembras ($r=0.59$, $P=0.03$, Figura 17). Sin embargo no mostró relación alguna con DIA y PA. Lo mismo sucedió cuando se analizaron las LACs en relación a características de la nidada (TN, PN, AM, LM y VH) (Cuadro 4).

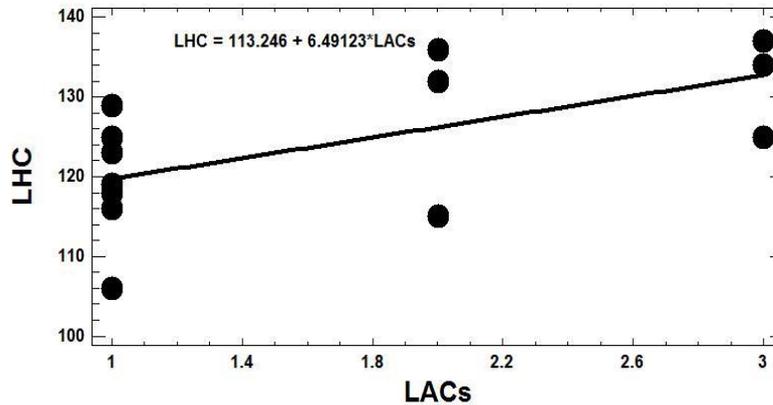


Figura 17. Análisis de regresión entre la longitud hocico-cloaca (LHC) de hembras grávidas de *Basiliscus vittatus* en la región de “La Selva del Marinero”, Catemaco, Veracruz, respecto al número de líneas de arresto de crecimiento (LACs).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Cuadro 4. Regresiones evaluadas entre líneas de arresto de crecimiento (LACs) y características de la hembra: longitud hocico-cloaca (LHC), distancia inter-axilar (DIA), peso absoluto (PA) y características de la nidada: tamaño de la nidada (TN), peso de la nidada (PN), largo máximo (LM), ancho máximo (AM) y volumen de los huevos (VH). Se presenta el coeficiente de correlación (r) y el nivel de significancia (P).

Variable	Coeficiente de correlación (r)	P
LHC vs LACs	0.59	0.03
DIA vs LACs	-0.07	0.8
PA vs LACs	0.28	0.34
TN vs LACs	0.28	0.34
PN vs LACs	0.10	0.74
LM vs LACs	0.07	0.8
AM vs LACs	0.27	0.35
VH vs LACs	0.33	0.26
MRN vs LACs	0.05	0.85

DISCUSIÓN

TAMAÑO DE LA NIDADA Y DIMENSIONES DEL HUEVO

Los resultados muestran que hembras de *B. vittatus* con mayor tamaño corporal tienen un tamaño de nidada mayor comparado con hembras más pequeñas; lo cual sugiere que el tamaño de la nidada en *B. vittatus* está influenciado positivamente por el tamaño de la hembra. Este patrón es común en muchas especies de lagartijas como se ha registrado previamente en *B. basiliscus* (Van Devender, 1982) y otros géneros de lagartijas tropicales como *Tropidurus* (Vitt y Golberg, 1983), *Eurolophosaurus* (Galdino et al., 2003) y *Emoia* (Hamilton et al., 2008). Al parecer, desde que grandes tamaños corporales permiten el acomodo de mayor número de huevos (Williams, 1966; Fitch, 1970; Castilla y Bauwens, 2000; Kratochvíl y Kubicka, 2007; Goodman et al., 2008); el tamaño de la hembra suscita una distensión abdominal que da lugar a un mayor almacenaje de huevos y por tanto a mejorar su respuesta reproductora (Stuart-Smith et al., 2007).

El incremento del tamaño corporal ha sido relacionado estrechamente con la respuesta reproductora de los organismos. Hembras con mayor LHC tienden a maximizar su adecuación con el incremento del número de huevos (Rutherford, 2004), a medida que restringen sus posibilidades de reproducirse en eventos futuros debido a que son más susceptibles a la depredación al disminuir su capacidad locomotora como la velocidad de escape (Galdino et al., 2003). Este incremento en tamaño corporal se ha considerado como una ventaja evolutiva que permite a las hembras tener una cavidad abdominal con más espacio para alojar

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

mayor cantidad de huevos y al mismo tiempo incrementar la capacidad para almacenar energía (reservas de alimento, cuerpos grasos) que será invertida hacia la reproducción (Williams, 1966; Qualls y Shine 1995). Esta energía en algunas especies se reduce considerablemente durante el periodo de gestación por un cese en la ingesta de alimento y la cual se ha observado afecta el crecimiento y condición física (Shanbhag, 2000). En *B. vittatus* se descartó el efecto de la condición física de las hembras sobre la variación del tamaño y peso de la nidada (Wilkinson y Gibbons, 2005), dado que los índices de robustez no se correlacionaron con ambas variables; probablemente el tamaño y peso de la nidada sean una característica estable en esta población independientemente de los recursos obtenidos de cada hembra antes de llegar a la reproducción (Shanbhag, 2000).

El tamaño de la nidada de *B. vittatus* de 6 huevos (intervalo 5-9) es similar al ser comparado con sus conspecíficos en otras poblaciones, aunque tiene un amplio intervalo en la población estudiada, es similar a otras poblaciones de *B. vittatus* que se distribuyen más al sur. Por ejemplo, Álvarez del Toro (1982) registró el tamaño de nidada más grande para *B. vittatus* (12 huevos), mientras Fitch (1973) el promedio más bajo (3.9 huevos). Al comparar el tamaño de nidada de este estudio con otras especies del género (e.g. *B. basiliscus* y *B. galeritus*) así como con otros géneros de la familia: *Corytophanes cristatus* (LHC= 107 mm, Ream, 1965) y *Corytophanes hernandezii* (LHC= 100 mm, Köhler, 2003); *Laemanctus serratus* (LHC= 125 mm, Martín, 1958) y *Laemanctus longipes* (Álvarez del Toro,

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

1982) se encuentra dentro los intervalos documentados (Cuadro 5); sin embargo, Ortleb (1965) registró para *B. basiliscus* el tamaño de nidada más grande para el género y dentro la familia (Cuadro 5), probablemente por tener un tamaño corporal mayor (LHC= 194 mm, Van Devender, 1978) que el de *B. vittatus* (LHC= 125.6 mm, este estudio).

Por otra lado, la variación en el tamaño de nidada ha sido considerada una condición ancestral dentro los Squamata (Kratovichil y Kubicka, 2007) y ha evolucionado como un mecanismo adaptativo al ambiente (Fitch, 1985), moldeada por características ambientales atribuidas a factores abióticos como la precipitación, la estacionalidad y temperatura (Ji y Braña, 2000; Lepage y Lloyd, 2004) ya que estos parámetros modifican la disponibilidad de recursos (e.g. alimento) y por tanto la energía que las hembras adquieren previo a los eventos reproductores (Ballinger, 1977; Seigel y Fitch, 1985). En especial en aquellas especies que se distribuyen ampliamente y donde el tamaño corporal de los adultos muestra un intervalo variable (e.g. *B. vittatus*) se esperan variaciones en el tamaño de nidada (Fitch, 1970) como resultado de diferentes presiones de selección al ambiente local (Shine y Downes, 1999), incluso esta característica de historia de vida debe estar sujeta a mantener un número de huevos óptimo que permita mayor sobrevivencia de la descendencia y de las hembras (Fitch, 1970; Shine y Greer, 1991).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Cuadro 5.- Comparación de tamaños de la nidada dentro la familia Corytophanidae.

Especie	Tamaño de la nidada	Referencia
<i>Basiliscus vittatus</i>	6	Este estudio
	4.2	(Hirth 1963)
	3.9	(Fitch 1973)
	12	(Alvarez del Toro 1982, Guyer y Donnelly 2004)
	4	(Campbell 1998)
	5.2	(Meiri et al. 2012)
	5.4	(Scharf et al. 2015)
<i>B. basiliscus</i>	18	(Ortleb 1965)
	6.2	(Fitch 1973)
	8	(Lieberman 1980)
	9.2	(Meiri et al. 2012)
<i>B. galeritus</i>	5	(Almendárez & Brito 2012)
<i>Corytophanes hernandezii</i>	3-4	(Alvarez del Toro 1982)
<i>C. cristatus</i>	6	(Ream 1965)
<i>Laemanctus serratus</i>	3-5	(Martín 1958)
<i>L. longipes</i>	4-6	(Alvarez del Toro 1982)

Por otra parte, una teoría central en las historias de vida es el *trade-off* entre el aumento del número de huevos y la disminución en el tamaño de las dimensiones del huevo (Stearns, 1992). En este aspecto, el TN de *B. vittatus* no mostró relación con ninguna de las dimensiones del huevo medidas independientemente del tamaño de la hembra. En este sentido las limitaciones impuestas sugieren que el tamaño de la nidada no está en función de este *trade-off* probablemente por la estabilidad y poca variación mostrada en las dimensiones del huevo (AM y LM, de

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

acuerdo a los CV, Cuadro 1), ya que el tamaño del huevo se ha considerado estar bajo una presión de selección que los mantiene invariantes (Shine y Greer, 1991) y quizá por las causas próximas de mantener la agilidad de la hembras durante la gestación; consecuentemente estas dimensiones se encuentren más limitadas por: 1) el largo y el acomodo de los huevos dentro del oviducto (Ford y Seigel, 1989) y 2) por el tamaño de la cintura pélvica (Congdon y Gibbons, 1987) y cloaca de las hembras para facilitar el proceso de oviposición. De esta manera la variación en el tamaño de la nidada entre poblaciones y especies dentro la familia probablemente refleje diferencias en la disponibilidad de recursos próximos de energía que las hembras obtienen y que están influenciadas por las condiciones bióticas y abióticas de la zona de estudio.

PERIODO DE INCUBACIÓN, TAMAÑO DE LAS CRÍAS Y PROPORCIÓN SEXUAL

En esta población la LHC de las crías a la eclosión fue 37.9 mm con un promedio de 59 días de incubación. Estos resultados se encuentran en el intervalo registrado por Hirth (1963) 35-40 mm en una población de Costa Rica, mientras al comparar con sus congéneres de otras poblaciones, los valores son similares en LHC pero no en periodo de incubación. Por ejemplo, Ortleb (1965) documentó tallas de 40 mm LHC y 77 días de incubación en crías de *B. basiliscus*, otros estudios como el de Glidewell (1972) registraron crías de la misma especie con 39 mm y por su parte Van Devender (1982) crías de 42 mm LHC (intervalo 37-43

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

mm) que eclosionaron a los 144 y 88 días respectivamente cuando los huevos se mantuvieron a temperatura ambiente. Lo cual sugiere que existe un óptimo tamaño de la descendencia (Smith y Fretwell 1974) y la ausencia de un *trade off* entre el tamaño de las crías y el tamaño de la nidada para esta familia; sin embargo son necesarios estudios en todo el grupo de coritofánidos para comprender a detalle esta característica de historia de vida.

Este hecho sugiere que las condiciones térmicas a la cual los huevos son expuestos, juegan un rol importante en el tiempo de desarrollo embrionario y probablemente aquellos huevos que son incubados en altas temperaturas exhiben elevadas tasas metabólicas que resultan en un desarrollo rápido sacrificando el crecimiento del embrión (Packard y Packard, 1988; Angilletta et al., 2000). Este fenómeno es común en muchos experimentos realizados en reptiles al exponer huevos a un gradiente térmico diferencial. Con estos experimentos se ha observado la influencia directa de los factores ambientales sobre características fenotípicas en los que se encuentran: morfología, desempeño, conducta y determinación sexual (Shine et al. 1997). Esta última característica en reptiles, aunque ha sido estudiada ampliamente aún no se conoce con exactitud el mecanismo de cómo funciona.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

En este estudio, la proporción sexual se vio sesgada hacia las hembras (100 %) cuando los huevos se incubaron a una temperatura constante de 28°C. En reptiles la evidencia experimental sugiere que la temperatura de incubación modifica la proporción sexual (Santoyo-Brito et al., 2017), existen al menos tres patrones de DST: 1) macho-hembra, 2) hembra-macho (bajas y altas temperaturas, respectivamente) y 3) hembra-macho-hembra (bajas, intermedias y altas temperaturas, respectivamente); de los cuales, todos estos patrones presentan una temperatura pivote (temperaturas que dan una proporción sexual igual 1:1) y una temperatura de transición (temperatura que sesga la proporción sexual a un sexo) (Bull, 1980; Bull, 1987; Valenzuela, 2004).

Estos resultados en conjunto con los de Sánchez-Bolaños et al. (2011) quienes no hallaron cromosomas sexuales, sugiere que *B. vittatus* es una especie con determinación sexual por temperatura (DST). Por el contrario, a *B. plumifrons* se le atribuye determinación sexual genética (DSG); un mecanismo que no está claramente establecido para la especie al no tener un tamaño de muestra adecuado y manipulación térmica experimental (Viets et al., 1994). De esta manera, la familia puede tener una coexistencia de ambos mecanismos de determinación sexual (DSG/DST). Incluso, la temperatura de incubación puede anular el mecanismo de DSG (de ser el caso para *B. vittatus*) como sucede en *Bassiana duperreyi* (Shine et al., 2002) y *Pogona vitticeps* en un fenómeno llamado sex-reversal (Quinn et al., 2007).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Para conocer si dentro la familia ha evolucionado un mecanismo de determinación sexual o ambos mecanismos son compartidos se necesitan estudios que involucren experimentos térmicos durante el proceso de incubación y análisis genéticos para demostrar la presencia (o ausencia) de cromosomas sexuales en todas las especies que la integran, de tal forma que es prematuro etiquetar a esta especie como DSG o DST o con presencia de sex-reversal.

Finalmente el periodo de oviposición registrado en este estudio fue de mayo a septiembre y el de eclosiones (julio y agosto) puede extenderse hasta noviembre ya que correspondería a los huevos colocados en septiembre. Esta extensión en los meses de eclosión concuerda con observaciones en la estructura poblacional de las crías realizadas por Suárez-Varón (2015).

ESTADIO DE OVIPOSICIÓN

Los estadios embrionarios de *B. vittatus* (30-32) se encuentran dentro el intervalo registrado para gran número de lacertilios que han sido estudiados (Shine, 1983). De manera general el tiempo que los huevos de lacertilios pasan dentro de la hembra ha sido estimado como la mitad del tiempo total del desarrollo embrionario. El estadio de embriogénesis que muestran los huevos de reptiles a la oviposición presenta variaciones, así a la mitad de la embriogénesis los embriones alcanzan el estadio de desarrollo 30 (Dufaure y Hubert 1961). Este es el estadio a la oviposición más común en lagartijas y el cual corresponde al 26% del tiempo total del desarrollo embrionario (Shine, 1983; DeMarco, 1993). Muchas especies

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

retienen huevos en el oviducto hasta que el embrión alcanza al menos el estadio de desarrollo 26, pero muy pocas retienen huevos que pasen del estadio 33 (Mathies y Andrews, 1999). No obstante, por un lado existen especies que presentan estadios de oviposición tempranos como *Aspidoscelis costata* (= 18-23, López-Moreno, 2011) y *A. gigas* (estadio 18, Hernández-Gallegos et al., 2011), patrón asociado con una disminución de costos relacionados con el modo de forrajeo activo (Vitt y Price 1982) y al tiempo mínimo para que una hembra llegue a la oviposición ya que este proceso está en función de la deposición calcárea para la formación del cascarón (Mathies y Andrews, 1999) y por el otro, especies con oviposición tardía ocasionada por una retención prolongada de los huevos cuando las condiciones ambientales no son favorables, (Mathies y Andrews, 1996). Aunque las hembras de *B. vittatus* no muestren preferencia por el estadio embrionario a la oviposición (30-32), el estadio de oviposición en *B. vittatus* debe estar influenciado por el tiempo que se tarda para formar completamente el cascarón y por los costos energéticos generados al soportar el peso de los huevos. Por lo que la selección debe presionar a las hembras a ovipositar sus huevos tan pronto completen el desarrollo calcáreo reduciendo su mortalidad (Shine, 1983).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ESFUERZO REPRODUCTOR

Las hembras de *B. vittatus* aumentan su MRN al mismo tiempo que aumentan su TN, de esta manera, la inversión hacia la reproducción puede aumentar o disminuir con respecto a la edad, peso y tamaño de las hembras; de tal manera que la energía disponible para la reproducción se asigna en una cantidad óptima para cada huevo (Doughty y Shine, 1998; Radder y Shanbhag, 2003). A su vez, el hecho de no observar una relación entre MRN y LHC sugiere que hembras de tallas mayores no presentan proporcionalmente mayor esfuerzo reproductor (Stuart-Smith et al., 2007). Sin embargo, debido a que el TN y la MRN en *B. vittatus* están limitados por la morfología del cuerpo (LHC y PA respectivamente), en lugar del modo de forrajeo o velocidad de escape, la única forma en que una hembra puede aumentar su respuesta reproductora es ser más grande para producir más huevos. De acuerdo con el modelo de regresión de la (Figura 16), al sustituir la media de LHC = 125,6 mm (este estudio), cada huevo adicional se asocia con un aumento en las hembras de 12,5 mm o 10% de LHC. Esto sugiere que la respuesta reproductora en *B. vittatus* está fuertemente ligada a la morfología corporal de las hembras.

La MRN de 0.16 de *B. vittatus* está dentro del intervalo cuando es comparada dentro de la familia Corytophanidae; en el género *Basiliscus*: *B. plumifrons* (0.21), *B. galeritus* (0.18), *B. basiliscus* (0.16) y para el género *Laemanctus* (*L. longipes*, 0.17, Scharf et al., 2015), el cual contrasta con el valor más alto de MRN de la familia registrado para *Corytophanes cristatus* (0.27) considerada una lagartija de

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

forrajeo pasivo extremo (Andrews, 1979). Mesquita et al. (2016) obtuvieron un valor menor (0.08) para *B. vittatus*; sin embargo, se desconoce el tamaño de muestra usado y la forma en que se estimó el índice, además la MRN es una variable que se observa mejor cuando se estudia a nivel de población y no a nivel de especie (Du et al. 2005). Incluso, este valor de MRN se encuentra en el rango de la media registrada para diferentes especies de forraje pasivo (MRN = 0,15, Mesquita et al., 2016, MRN = 0,22, Vitt y Price, 1982), aunque es similar a lagartos de forraje activo (MRN = 0.17, Mesquita et al., 2016).

Además, se ha predicho que el tamaño del cuerpo y MRN han coevolucionado con el modo de forrajeo (Vitt y Congdon, 1978). Sin embargo, en este estudio no hay evidencia de esta hipótesis ya que el valor de MRN obtenido tiene una tendencia hacia especies de forrajeo activo. Por lo tanto, se sugiere que estos dos rasgos han sido sometidos a presiones de selección independientes al modo de forrajeo para *B. vittatus* (Mesquita et al., 2016) y aunque *B. vittatus* se clasifica como una especie con forrajeo pasivo con base en sus bajos movimientos por minuto y porcentaje de actividad (Cooper et al., 2013), tiene valores más bajos en su inversión reproductora cuando se compara con otras especies con el mismo modo de forrajeo: *Phrynosoma orbiculare* (= 0.27, Suárez-Rodríguez et al., aceptado), *Sceloporus clarki* (= 0.30, Shine, 1992), *S. grammicus* (= 0.28, Rodríguez-Romero, 2005); (Vitt y Congdon, 1978; Vitt y Price, 1982) y similares a las especies de forrajeo activo (*Aspidoscelis lineatissima* = 0.17, Ramírez-Bautista et al., 2000; *Aspidoscelis costata costata* = 0.19, López-Moreno et al., 2016), esto puede

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

deberse al hecho de que la MRN de *B. vittatus* está considerablemente limitada por su morfología corporal, ya que tiene un cuerpo y cola alargados como los observados en las forrajeras activas (Teiidae) (Hernández-Gallegos, 2004) y extremidades posteriores largas que le facilitan correr hasta alcanzar altas velocidades hasta incluso para moverse por la superficie del agua (Hirth, 1963). Los resultados muestran que *B. vittatus* es una lagartija de alta respuesta reproductora, ya que presenta alta variación en MRN (> 20% Castro-Franco et al., 2011). De acuerdo con esto, se sugiere que *B. vittatus* puede tener una posición intermedia entre ambos modos de forrajeo, lo cual puede proporcionar información sobre la evolución de adaptaciones más complejas (Pough et al., 2016). De esta manera, el esfuerzo reproductor para esta especie ha sido moldeado para mantener sus habilidades locomotoras tales como: velocidad de escape, apego en ramas, inmersión, etc., lo que la hace menos vulnerable a los depredadores (Geral y Miskell 2007; Suárez-Varón Obs. Pers.). En consecuencia, la selección natural pudo haber favorecido a estos organismos con una MRN óptima que permitiría; por un lado, un desempeño conspicuo en los diferentes microhábitats que ocupa y por otro, mantener una pequeña variación en las dimensiones del huevo lo cual se ha asociado con valores bajos en la MRN (Harvey y Pagel 1991), esto implica una optimización del TN y PN para maximizar la adecuación de la especie. Por último, el TN y el MRN pueden responder a múltiples presiones de selección causadas por los efectos ambientales locales donde los organismos fueron colectados (Vitt 1981, Zamora-Abrego 2007) con costos asociados a la morfología del cuerpo (Vitt y Price, 1982), microhabitat (Vitt, 1981) estrategias de forrajeo y escape, así como

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

el uso de la cripsis (Vlitt y Congdon, 1978; Rodríguez-Romero et al., 2005) que limitan la respuesta reproductora y deben influir en la modificación de ambos parámetros.

ESQUELETOCROLOGÍA

La determinación estimada de la longevidad de *B. vittatus* en condiciones silvestres fue facilitada por el conteo de LACs, en este sentido la hembra más longeva mostró 3 LACs correspondientes a 3 años de vida, aunque se sugiere que su expectativa de vida puede ser más amplia debido a los tamaños corporales que alcanza esta especie. Sin embargo, la población puede estar mediada por elevadas tasas de mortalidad sobre todo en la etapa del huevo donde se encuentran susceptibles en los nidos. En estudios previos que han investigado la relación entre las LACs y la LHC de reptiles, algunos casos encontraron una correlación positiva entre estas variables (Halliday y Verrell, 1988; Roitberg, y Smirina, 1995) mismo patrón que fue encontrado en *B. vittatus*. Adicionalmente la edad estimada es comparable con otras especies como: *Lacerta vivipara* en la cual se ha reportado que su longevidad no excede a 4 años (Pilorge y Castanet, 1981), en *L. agilis* y *L. strigata* con una longevidad entre 6 y 7 años (Roitberg y Smirina, 1995). Mientras en especies distribuidas en ambientes tropicales, estudios de esqueletocronología han arrojado resultados similares; por ejemplo: *Calotes versicolor* con 4 años (Patnaik y Behera, 1981), *Psammophilus dorsalis* (3–4 años, Mahapatro et al., 1989), e *Iguana iguana* (3–8 años, Zug y Rand, 1987) las cuales exhiben variación en talla cuando alcanzan su estadio adulto. De

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

manera que la variación en la LHC de las lagartijas no solo es común entre poblaciones, sino también en organismos que ocupan diferentes microhabitats (Smith 1996) como lo hace *B. vittatus*. En reptiles, la talla corporal, longevidad y tasas de crecimiento varían ampliamente entre poblaciones de la misma especie (Guarino et al., 2010).

De manera general los individuos que habitan elevadas altitudes y latitudes más al norte son más longevos que aquellas especies que habitan bajas altitudes y latitudes sureñas (Wapstra y Swain, 2001). No obstante estos estudios han sido enfocados en especies de regiones templadas donde las LACs son más conspicuas por la actividad metabólica debida a la estacionalidad que en aquellas distribuidas en ambientes tropicales (Pal et al., 2009). En este estudio la presencia de LACs en el periostio está claramente desarrollada en *B. vittatus*, posiblemente debido a un periodo de inactividad en los meses más fríos (noviembre, diciembre y enero) donde se ha registrado baja abundancia de organismos (Suárez-Varón, 2015) y lo cual concuerda con la temporada de nortes en la región. Así también, otras condiciones ambientales como la temporada de sequía y lluvias que son bien definidas en la zona de estudio, sean las responsables de la formación de LACs como se ha registrado previamente en *Sitana ponticeriana* (Pal et al. 2009) e incluso en ranas tropicales como *Rana nigrovittata* (Khonsue et al., 2000).

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

CONCLUSIONES

- El TN = 6 huevos, el PH = 1.4 g y sus dimensiones LM = 19.7 mm, AM=11.2 mm y VH= 1305.5 mm³.
- El periodo de incubación fue 59.1 días a 28°C.
- La LHC de neonatos fue 37.9 mm, LC 84.4 mm y peso de 1.5 g.
- El éxito de eclosión fue de 29.6%.
- El estadio embrionario a la oviposición fue 30, 31 y 32.
- La edad de las hembras promedio fue de 1.7 años.
- El esfuerzo reproductor fue 0.16.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

LITERATURA CITADA

- Almendárez, A. y J. Brito (2012). Ampliación del rango distribucional de *Drymarchon melanurus* (Colubridae) y *Basiliscus galeritus* (Iguanidae-Corytophaninae), hacia los bosques secos interandinos del norte del Ecuador. *Revista Politécnica*, 30(3): 179-18.
- Álvarez del Toro, M. (1982). Los Reptiles de Chiapas. Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Andrews, R. (1985). Oviposition frequency of *Anolis carolinensis*. *Copeia*, 1985: 259–262.
- Andrews, R. (1979). The Lizard *Corytophanes cristatus*: An Extreme "Sit-and-Wait" Predator. *Biotropica*, 11(2): 136-139.
- Andrews, R. M., T. Mathies y D. A. Warner (2000). Effect of incubation temperature on morphology, growth, and survival of juvenile *Sceloporus undulatus*. *Herpetological Monographs*, 14:420-431.
- Andrews, R. M., N. Pezaro, J. S. Doody, F. Guarino y B. Green (2017). Oviposition to hatching: development of *Varanus rosenbergi*. *Journal of Herpetology*, 51(3): 396-401.
- Angilletta, M., S. Winters y A. Dunham (2000). Thermal effects on the energetics of lizard embryos: implications for hatchling phenotypes. *Ecology*, 81(11): 2957–2968.
- Avery, R. A. (1975). Clutch size and reproductive effort in the lizard *Lacerta vivipara* Jacquin. *Oecologia*, (19): 165-170.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Ballinger, R. E. (1977). Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in a lizard. *Ecology*, (58): 628-635.
- Bastiaans, E., F. Méndez-De la Cruz, K. Rodríguez-Hernández, C. Flores-Aguirre y B. Sinervo (2013). Female reproductive investment in the mezquite lizard (*Sceloporus grammicus*) species complex (Squamata: Phrynosomatidae). *Southwestern Naturalist*, 58: 335-343.
- Berrigan, D. (1991). The allometry of egg size and number in insects. *Oikos*, 60: 313-321.
- Bilinski, J. J., R. D. Reina, J. R. Spotila y F. V. Paladino (2001). The effects of nest environment on calcium mobilization by leatherback turtle embryos (*Dermochelys coriacea*) during development. *Comp. Biochem. Physiol.* 130: 151–162.
- Boretto, J. M., F. Cabezas-Cartes, E. L. Kubisch, B. Sinervo y N. Ibargüengoytía (2014). Changes in female reproduction and body condition in an endemic lizard, *Phymaturus spectabilis*, following the Puyehue volcanic ashfall event. *Herpetological Conservation and Biology*, 9(1): 181–191.
- Brockelman, W. Y. (1975). Competition the fitness of offspring and optimal clutch size. *Am. Nat.* 109: 677-699.
- Brown, D. (2009). Hemipenal transillumination as a sexing technique in Varanids. *Biawak*, 3(1): 26-29.
- Bull, J. J. (1980). Sex determination in reptiles. *Quarterly Review of Biology*, (55): 3–21.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Bull, J. J. (1987). Temperature-dependent sex determination in reptiles: validity of sex diagnosis in hatchling lizards. *Canadian Journal of Zoology*, 65: 1421–1424.
- Cabrera Peña, J., J. R. Rojas, M.I. Galeano y G. Vicente-Meza (1996). Mortalidad embrionaria y éxito de eclosión en huevos de *Trachemys scripta* (Testudines: Emydidae) incubados en un área natural protegida. *Rev. Biol. Trop.*, 44(2): 41-846.
- Campbell, J. A. (1998). Amphibians and reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma.
- Castanet, J. (1994). Age estimation and longevity in reptiles. *Gerontology*, 40: 174-192.
- Castanet, J., D. G. Newman y H. Saint Girons (1988). Skeletochronological Data on the Growth, Age, and Population Structure of the Tuatara, *Sphenodon punctatus*, on Stephens and Lady Alice Islands, New Zealand. *Herpetologica*, 44(1): 25-37.
- Castañeda-Hernández C., T. Ramírez-Valverde, Y. Meza-Parral, A. Sarmiento-Rojas, y A. Martínez-Campos (2011). Ampliación de la distribución geográfica de *Basiliscus vittatus* en el estado de Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (82): 1046-1048.
- Castilla, A. y D. Bauwens (2000). Reproductive Characteristics of the Lacertid Lizard *Podarcis atrata*. *Copeia*, (3): 748-756
- Castro-Franco, R., M. G. Bustos-Zagal, y F. R. Méndez-De la Cruz (2011). Variation in parental investment and relative clutch mass of the spiny-tail iguana,

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Ctenosaura pectinata (Squamata: Iguanidae) in central México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82:199-204.

Congdon, J. D. y J. W. Gibbons (1987). Morphological constraint on egg size: a challenge to optimal egg size theory? *Proc. Nat. Acad. Sci.* (84): 4145–4147.

Congdon, J. D., A.E. Dunham y D.W. Tinkle (1982). Energy budgets and life history of reptiles. In: Gans C, H. F. Pough (eds). *Biology of the Reptilia*, vol 13. Academic, London, pp 233–271.

Cooper Jr. W., G. Castañeda, C. García-De la Peña, B. Wilson, J. Caldwell y L. J. Vitt (2013). Foraging modes of some Jamaican, Costa Rican, and Mexican lizards. *Herpetology Notes*, (6): 591-597.

Cruz, F. B. (1996). Reproductive biology of the lizard *Cnemidophorus ocellifer* in the dry chaco of Salta, Argentina. *Amphibia-Reptilia*, 17: 80-86.

Cuellar, O. (1984). Reproduction in a Parthenogenetic Lizard: With a Discussion of Optimal Clutch Size and a Critique of the Clutch Weight/Body Weight Ratio. *The American Midland Naturalist*, (111): 242-258.

Deeming, D. C. y M. Ferguson (1991). Physiological effects of incubation temperature on embryonic development in reptiles and birds. In: Deeming, D.C., Ferguson, M. (Eds.). *Egg Incubation, its Effect on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 147–171.

DeMarco, V. (1993). Estimating Egg Retention Times in Sceloporine Lizards. *Journal of Herpetology*, 27(4): 453-458.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Doughty, P. y R. Shine (1998). Reproductive energy allocation and long-term energy stores in a viviparous lizard (*Eulamprus tympanum*). *Ecology*, 79: 1073–1083.
- Dufaure, J. P. y J. Hubert (1961). Table de développement du lézard vivipare: *Lacerta* (*Zootoca*) *vivipara* Jacquin. *Arch. Anat. Microscop. Morphol. Exp.* 50: 309-328.
- Dunham, A. E., D. B. Miles y D. N. Reznick (1988). Life history patterns in squamate reptiles. In: *Biology of the Reptilia*, Vol.16, Ecology B. Defense and Life History (eds C. Gans & R. B.Huey) pp. 441–522.
- Escovedo-Galván, A. (2013). Temperature-dependent sex determination in an uncertain world: advances and perspectives. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84: 727-730.
- Fitch, H. S. (1970). Reproductive cycles in lizards and snakes. *Univ. Kans. Mus. Nat. Hist. Misc. Pub.* (52): 1–247.
- Fitch, H. S. (1973). A field study of Costa Rican lizards. *Univ. Kans. Sci. Bull.* (50):39-126.
- Fitch, H. S. (1985). Variation in clutch and litter size in New World reptiles. *University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publication*, (76): 1- 76.
- Ford, N. B. y R. A. Seigel (1989). Relationships among body size, clutch size, and egg size in three species of oviparous snakes. *Herpetologica*, (45):75–83.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Galdino, C., V. Assis, M. Kiefer y M. Van Sluys (2003). Reproduction and fat body cycle of *Eurolophosaurus nanuzae* (Sauria; Tropiduridae) from a Seasonal Montane habitat of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, 37 (4): 687-694.
- Gerald, G. y C. Miskell (2007). Small Litter Sizes and Relative Clutch Mass of Northern Watersnakes (*Nerodia sipedon sipedon*) in Southwestern Ohio. *Ohio Journal of Science*, 117(4): 84-85
- Gibbons, W. y R. Semlitsch (1982). Survivorship and longevity of long-lived vertebrate species: How long do turtles live? *J. Anim. Ecol.* 51: 523-527.
- Glidewell, J. R. (1972). Life history: *Basiliscus basiliscus*. *Herpetol. Rev.* (4):84.
- Goodman, B. A., D. B. Miles y L. Schwarzkopf (2008). Life on the rocks: habitat use drives morphological and performance evolution in lizards. *Ecology*, 89: 3462-3471.
- Guarino, F. M., D. Malo y V. Caputo (2004). Age estimation by phalangeal skeletochronology of *Caretta caretta* from the mediterranean Sea. *Italian Journal of zoology*, 71: 175-180.
- Gutiérrez-García. G. y M. Ricker (2011). Climate and climate change in the region of Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico): A statistical analysis. *Atmósfera*, 24(4): 347-373.
- Gutzke, W. H. N. y G. C. Packard (1987). Influences of the hydric and thermal environments of eggs and hatchlings of bull snakes (*Pituophis Melanoleucus*). *Physiol Zool*, 60: 9–17.
- Guyer C. y M. Donnelly (2004). *Amphibians and reptiles of la selva, Costa Rica, and the Caribbean slope*. Berkeley. University of California Press.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Halliday, T. R. y P. A. Verrell (1988). Body size and age in amphibians and reptiles. *Journal of Herpetology*, 22: 253–265.
- Hamilton A. M., Eckstut M., Klein E. y C. Austin (2008). Clutch Size in the Tropical Scincid Lizard *Emoia sanfordi*, a Species Endemic to the Vanuatu Archipelago. *Zoological Science* 25: 843–848.
- Harvey, P. H. y M. D. Pagel (1991). The comparative method in evolutionary biology. Oxford: Oxford University Press.
- Hernández-Gallegos, O. (2004). Demografía de los lacertilios del complejo *Aspidoscelis* (Cnemidophorus) Cozumela (Sauria: Teiidae) Y sus especies parentales, en la Península De Yucatán, México. Tesis de doctorado. Ciudad De México: Facultad De Ciencias, Universidad Nacional Autónoma De México.
- Hirth, H. F. (1963). The ecology of Two Lizards on a Tropical Beach. *Ecological Monographs*, (33): 83-112.
- Ibarra-Manríquez, G. y S. Sínaca (1987). Lista florística de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas. Listados Florísticos de México VII. Inst. de Biología. UNAM. México.
- James, C. y R. Shine (1988). Life-history strategies of Australian lizards: a comparison between the tropics and the temperate zone. *Oecologia*, 75: 307-316.
- Janzen, F. J. y C. L. Morjan (2001). Repeatability of microenvironment-specific nesting behavior in a turtle with environmental sex determination. *Animal Behavior*, (62): 73-82.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Ji, X. A. y F. Braña (2000). Among clutch variation in reproductive output and egg size in the wall Lizard (*Podarcis muralis*) from a lowland population of northern Spain. *Journal of Herpetology*, (34): 54–60.

Ji, X., B. Qing-Bo y D. Cheong-Hoong (2002). Influence of incubation temperature on hatching success, energy expenditure for embryonic development, and size and morphology of hatchlings in the oriental garden lizard, *Calotes versicolor* (Agamidae).

Khonsue, W., M. Matsui y Y. Misawa (2000). Age determination by skeletochronology of *Rana nigrovittata*, a frog from tropical forest of Thailand. *Zoological Science*, 17: 253–257.

Kiefer, M., M. Van Sluys y C. F. D. Rocha (2008). Clutch size and egg size of the tropical lizard *Tropidurus torquatus* (Tropiduridae) along its geographic range in coastal eastern Brazil. *Can J Zool*, 86: 1376-1388.

King, R. B. (2000). Analyzing the relationship between clutch size and female body size in reptiles. *Journal of Herpetology*, 34(1): 148-150.

Köhler, G. (2003). *Reptiles of Central America*. Herpeton Verlag. Offenbach.

Köhler, G. (2005). *Incubation of reptile eggs*. Krieger Publishing Company, Florida.

Kolbe, J. J. y F. J. Janzen (2001). The influence of propagule size and maternal nest-site selection on survival and behavior of neonate turtles. *Functional Ecology*, 15: 772-781.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Kratochvil, L. y L. Kubicka (2007). Why reduce clutch size to one or two eggs? Reproductive allometries reveal different evolutionary causes of invariant clutch size in lizards. *Funct Ecol*, (21): 171–177.
- Krysko, K. L., J. Seitz, C. J. H. Townsend y K. M. Enge (2006). The introduced brown basilisk (*Basiliscus vittatus*) in Florida. *Iguana*, (13): 24-30.
- Lee, J. C. (1996). *The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula*. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, New York, United States.
- Lepage, D. y P. Lloyd (2004). Avian clutch size in relation to rainfall seasonality and stochasticity along an aridity gradient across South Africa. *Ostrich*, 75: 259–26.
- Lieberman, A. (1980). Nesting of the Basilisk Lizard (*Basiliscus basiliscus*). *Journal of Herpetology*, 14(1): 103-105.
- 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. Toluca, México.
- López-Moreno, A., J. Rheubert, C. Pérez-Almazán, G. Granados-González, L. E. Hernández-Hernández, K. M. Gribbins y O. Hernández-Gallegos (2016). Female reproductive cycle and clutch size of *Aspidoscelis Costata costata* (Squamata: Teiidae) From Tonatico, Estado De México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87: 1-6.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Mahapatro, N., K. Begum, H. Behera y B. K. Patnaik (1989). Age-determination in the lizard, *Psammophilus dorsalis* (Gray). *Journal of Animal Morphology and Physiology*, (36): 73–80.
- Martin, P. S. (1958). A biogeography of amphibians and reptiles in the Gomez Farias Region, Tamaulipas, Mexico. *Misc. Pub. Mus. Zool., Univ. Mich.* No. 101,
- Mathies, T. y R. Andrews (1999). Determinants of Embryonic Stage at Oviposition in the Lizard *Urosaurus ornatus*. *Physiological and Biochemical Zoology*, 72(6):645–655.
- Maturana, H. R. (1962). A Study of the Species of the Genus *Basiliscus* *Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard Univ.*, 128(1): 1-34.
- McCoy, E., H. R. Mushinsky, W. J. Shockley, y M. R. Alvarez (2010). Skeletochronology of the Threatened Florida Sand Skink, *Plestiodon (Neoseps) reynoldsi* *Copeia*, (1): 38-40.
- Meiri, S., J. H. Brown y R. M. Sibly (2012). The ecology of lizard reproductive output. *Global Ecology and Biogeography*, (21): 592-602.
- Mesquita, D. O., G. C. Costa, G. R. Colli, T. B. Costa, D. B. Shepard, L. J. Vitt y E. R. Pianka (2016). Life-History Patterns of Lizards of the World. *The American Naturalist*, 187(6): 689–705.
- Miller, J. D. (2000). Determinación del tamaño de nidada y el éxito de eclosión. *In* K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de tortugas marinas*. Grupo

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

especialista en tortugas marinas UICN/CSE Publicación No.4 Nacional de Ecología. México, D.F.

Moreira, P. L. y M. Barata (2005). Egg mortality and early embryo hatching caused by fungal infection of Iberian rock lizard (*Lacerta monticola*) clutches. *Herpetological Journal*, 15(4): 265-272.

Muth, A. (1980). Physiological ecology of desert iguana (*Dipsosaurus dorsalis*) eggs: temperature and water relations. *Ecology*, 61: 1335-43.

Olsson, M. (1994). Nuptial coloration in the male sand lizard, *Lacerta agilis*: an intrasexually selected cue to fighting ability. *Anim. Behav.* (48): 607-613.

Ortleb, E. (1965). Hatching of Basilisk eggs. *Herpetologica*, (20): 277-279.

Overall, K. L. (1994). Lizard egg environments. In: Vitt, L.J., Pianka, E.R. (Eds.), *Lizard Ecology: Historical and Experimental Perspectives*. Princeton University Press, Princeton, pp. 51–72.

Packard, G. C., M. J. Packard, T. J. Boardman, K. A. Morris y R. D. Shuman (1983). Influence of water exchanges by flexible-shelled eggs of painted turtles *Chrysemys picta* on metabolism and growth of embryos. *Physiol Zool*. 56: 217–230.

Packard, G.C. y M. J. Packard (1988). Water relations of embryonic snapping turtles (*Chelydra serpentina*) exposed to wet or dry environments at different times in incubation. *Physiol Zool*. 61: 95–106.

Pal, A., M. Madhusmita y S. Rath (2009). Long Bone Histology and Skeletochronology in a Tropical Indian Lizard, *Sitana ponticeriana* (Sauria: Agamidae). *Current Herpetology*, 28(1): 13–18.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Patnaik, B. K. y H. N. Behera (1981). Age determination in the tropical agamid gardenlizard, *Calotes versicolor* (Daudin) based on bone histology. *Experimental Gerontology*, (16): 295–307.
- Patón, D. y A. Jarranz (1990). La esqueletocronología. Una técnica para estimar la edad de los animales silvestres. *Vida silvestre*. Instituto Nacional para la conservación de la Naturaleza. No. 68. pp. 71-76.
- Pianka, E. R. (1986). *Ecology and Natural History of Desert Lizards*. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.
- Pianka, E. y W. S. Parker. (1975). Ecology of horned lizards: a review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*. *Copeia*, 141-162.
- Pilorge, T. y J. Castanet (1981). Determination de l'âge dans une population naturelle du lizard vivipare (*Lacerta vivipara* Jacquin 1787). *Acta Oecologica*, 2: 3–16.
- Pough, F. H., R. M. Andrews, M. L. Crump, A. H. Savitzky, K. D. Wells, y M. Brandley (2016). *Herpetology*. Fourth ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.
- Powell, L. y A. P. Russell (1991). Parturition and catch characteristics lizards (*Phrynosoma douglassii brevirostre*) from Alberta. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 2759-2764.
- Qualls, C. P. y R. Shine (1995). Maternal body volume as a constraint on reproductive output in lizards: evidence from the evolution of viviparity. *Oecologia*, 103: 73–78.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Qualls, C. P. y R. M. Andrews (1999). Cold climates and the evolution of viviparity in reptiles: cold incubation temperatures produce poor-quality offspring in the lizard *Sceloporus virgatus*. *Biol J Linn Soc.* 67: 477–491.
- Quinn, A. A., A. Georges, S. D. Sarre, F. Guarino., T. Ezaz y J. A. M. Graves. (2007). Temperature sex reversal implies sex gene dosage in a reptile. *Science* 316:411.
- Quinn, G. y M. Keough (2002). *Experimental design and data analysis for biologist.* Cambridge University Press.
- Radder, R. S. y B. A. Shanbhag (2003). Interrelationships among reproductive traits of the female lizard, *Sitana ponticeriana* (Cuvier). *Current Science* 85: 89–91.
- Ramírez-Bautista, A., C. Balderas-Valdivia y L. J. Vitt (2000). Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Teiidae) in a tropical dry forest. *Copeia*, 712-722.
- Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt (1997). Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific coast of México. *Herpetologica*, 53: 423-431.
- Rand, A. S. (1982). Clutch and egg size in Brazilian lizards. *Herpetologica*, 38: 171-178.
- Ream, C. H. (1965). Notes on the behavior and egg laying of *Corytophanes cristatus*. *Herpetologica*, (20): 239-242.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Rhen, T., y J. W. Lang. (1999). Temperature during embryonic and juvenile development influences growth in hatchling snapping turtles, *Chelydra serpentina*. *Journal of Thermal Biology*, 24: 33-41.
- Rivera-López, J. R. (2016). Descripción histológica del ciclo espermatogénico del basilisco marrón (*Basiliscus vittatus* wiegmann 1828) (Squamata: Corytophanidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Rodríguez-Romero, F., F. R. Méndez-De la Cruz y L. López-González (2005). Análisis comparado del esfuerzo reproductor en algunos lacertilios mexicanos de ambientes tropical y templado. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 2: 168-177.
- Roitberg, E. S. y E. M. Smirina (1995). Age and size composition of some populations of *Lacerta agilis boemica* and *L. strigata* (Sauria, Lacertidae) from Eastern North Caucasus. *Scientia Herpetol*, 224–228.
- Rutherford, P. L. (2004). Proximate mechanisms that contribute to female-biased sexual size dimorphism in an anguid lizard. *Can. J. Zool.* (82): 817–822.
- Sagor E. S, M. Ouellet, E. Barten y D. M. Green (1998). Skeletochronology and geographic variation in age structure in the wood frog, *Rana sylvatica*. *J Herpetol.* (32): 469-474.
- Sánchez-Baños, J., L. Arias-Rodríguez, J. Rimber y S. Páramo-Delgadillo (2011). Cariotipo del dragón tropical *Basiliscus vittatus* (Corytophanidae) en Tabasco, México. *Mesoamericana*, 15(2): 113.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Savage, J. M. (2002). The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two Continents, between Two Seas. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, United States.
- Scharf, I., A. Feldman, M. Novosolov, D. Pincheira-Donoso, M. Böhm, P. Uetz, O. Torres-Carvajal, A. Bauer, U. Roll y S. Meiri (2015). Late bloomers and baby boomers: ecological drivers of longevity in squamates and the tuatara. *Global Ecol. Biogeogr.* (24): 396–405.
- Seigel, R. y H. Fitch (1984). Ecological patterns of relative clutch mass in snakes. *Oecología*, 61: 293-301
- Sexton, O. J. y K. R. Marion (1974). Duration of incubation of *Sceloporus undulatus* eggs at constant temperatures. *Physiological Zoology*, 47: 91- 98.
- Shanbhag, B. A., R. S. Radder y S. K. Saidapur (2000). Maternal size determines clutch mass, whereas breeding timing influences clutch and egg size in the tropical lizard, *Calotes versicolor* (Agamidae). *Copeia*, 2000:1062-1067.
- Shine, R. (1983). Reptilian reproductive modes: the oviparity-viviparity continuum. *Herpetologica*, 39: 1-8.
- Shine, R. (1992). Relative clutch mass and body shape in lizards and snakes: is reproductive investment constrained or optimized? *Evolution*, 46: 828-833.
- Shine, R., M. J. Elphick y S. Donnellan. (2002). Co-occurrence of multiple, supposedly incompatible modes of sex determination in a lizard population. *Ecology Letters*, 5: 486–489.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Shine, R. (2003). Locomotor speeds of gravid lizards: placing 'costs of reproduction' within an ecological context. *Functional Ecology*, 17: 526–533.
- Shine, R. (2005). Life-history evolution in reptiles. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 36: 23–46.
- Shine, R. y A. E. Greer. (1991). Why are Clutch Sizes More Variable in Some Species than in others? *Evolution*, (45): 1696-1706.
- Shine, R. y J. J. Bull (1979). The evolution of live-bearing in lizards and snakes. *Amer. Nat.* (113): 905-923.
- Shine, R. y S. J. Downes (1999). Can pregnant lizards adjust their offspring phenotypes to environmental conditions? *Oecologia*, (119): 1-8.
- Shine, R., M. Elphick, y P. Harlow (2000). The influence of natural incubations environments on the phenotypic traits of hatchling lizards. *Ecology*, 78(8) 2559-2568.
- Shine, R., M. J. Elphick, y P. S. Harlow (1997). The influence of natural incubation environments on the phenotypic traits of hatchling lizards. *Ecology*, 78: 2559-2568.
- Sigler, L. (1999). Conservación del cocodrilo de río *Crocodylus acutus* en el Parque Nacional Cañon del Sumidero. 47-49. En: Anónimo (ed.), *Memorias Reunión de Trabajo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM)*: Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.
- Smith, C. C. y S. D. Fretwell (1974). The optimal balance between size and number of offspring. *Am. Nat.* 108: 499-506.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Smith, G. R. (1996). Habitat use and its effect on body size distribution in a population of the tree lizard, *Urosaurus ornatus*. *Journal of herpetology*, 30(4): 528-530.
- Smith, G. R., J. A. Lemos-Espinal y R. E. Ballinger (2003). Body size, sexual dimorphism, and clutch size in two populations of the lizard *Sceloporus ochoteranae*. *Southwestern Naturalist*, 48: 123-126.
- Stamps, J. (1976). Egg Retention, Rainfall and Egg Laying in a Tropical Lizard *Anolis aeneus*. *Copeia*, 1976(4): 759-764.
- Stearns, S. C. (1992). *The evolution of life histories*. Oxford University
- Stuart-Smith, J., R. Swain, R. D. Stuart-Smith y E. Wapstra (2007). Is fecundity the ultimate cause of female biased size dimorphism in a dragon lizard? *Journal of Zoology*, (273): 266-272.
- Suárez-Varón, G. (2015). *Ecología de *Basiliscus vittatus* (Squamata, Corytophanidae): estructura poblacional y proporción sexual*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. México.
- Tinkle, D. W. (1969). The concept of reproductive effort and its relation to the evolution of life histories of lizards. *Amer. Naturalist*. (103): 501-516.
- Tinkle, D. W., H. M. Wilbur y S. G. Tilley (1970). Evolutionary strategies in lizard reproduction. *Evolution*, 24: 55-74.
- Valdecantos, S., F. Lobo y V. Martínez (2007). Estimación de edades, tamaño corporal y adquisición de la madurez sexual en dos especies de *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae). *Cuadernos de Herpetología*, 21(1): 31-44.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Valenzuela, N. (2004). Temperature-dependent sex determination. Pp. 211–227. En: Deeming D. C. (Ed.), *Reptilian Incubation: Environment and Behaviour*. Nottingham University Press, England.
- Van Damme, R., D. Bauwens, F. Braña y R. F. Verheyen (1992). Incubation temperature differentially affects hatching time, eggs survival, and hatchling performance in the lizard *Podarcis muralis*. *Herpetologica*, 48: 220-228.
- Van Devender, R. W. (1978). "Growth Ecology of a Tropical Lizard *Basiliscus basiliscus*", *Ecology*, (59): 1031-1038.
- Van Devender, R. W. (1982). Comparative demography of the lizard *Basiliscus basiliscus*. *Herpetologica*, 38: 189-208.
- Van Sluys, M., S. B. Martelotte, M. C. Kieffer y C.F.D. Rocha (2010). Reproduction in neotropical *Tropidurus* lizards (Tropiduridae): evaluating the effect of environmental factors on *T. torquatus*. *Amphibia-Reptilia*, 31: 117-126.
- Vieira, G. H. C., G. R. Colli y S. N. Báo (2005). Phylogenetic relationships of corytophanid lizards (Iguania, Squamata, Reptilia) based on partitioned and total evidence analyses of sperm morphology, gross morphology, and DNA data. *Zoologica Scripta*, 605–625.
- Viets, B., M. Ewert, R. Talent y C. Nelson (1994). Sex-determining mechanism in Squamate reptiles. *The Journal of Experimental Zoology*, (270): 45-56.
- Vitt, L. J. (1981). Lizard reproduction: habitat specificity and constraints on relative clutch mass. *The American Naturalist*, 117(4): 506-514.
- Vitt, L. J. y H. J. Price (1982). Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards, *Herpetologica*, 38: 237-255.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Vitt, L. J. y J. D. Congdon (1978). Body shape, reproductive effort and relative clutch mass in lizards: resolution of a paradox. *American Naturalist*, (112): 595-608.
- Vitt, L. J. y J. P. Caldwell (2014). *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. 4th Ed. Academic press.
- Vitt, L. J. y S. R. Goldberg (1983). Reproductive ecology of two tropical iguanid lizards: *Tropidurus torquatus* and *Platynotus samitaeniatus*. *Copeia*, 1983: 131–141.
- Wapstra, E. y R. Swain (2001). Geographic and annual variation in life history traits in a small Australian skink. *Journal of Herpetology*, 35: 194-203.
- Warkentin, K. M., C. R. Currie y S. A. Rehner (2001). Egg-killing fungus induces early hatching of Red-eyed treefrog eggs. *Ecology*, 82: 2860-2869.
- Warner, D. A. y R. M. Andrews (2002). Nest-site selection in relation to temperature and moisture by the lizard *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica*, 58(4): 399–407.
- Warner, D. A., X. Bonnet, K. A. Hobson y R. Shine. (2008). Lizards combine stored energy and recently acquired nutrients flexibly to fuel reproduction. *Journal of Animal Ecology*, 77: 1242-1249.
- Wei-Guo, Du y X. Ji (2003). The effects of incubation thermal environments on size, locomotor performance and early growth of hatchling soft-shelled turtles, *Pelodiscus sinensis* *Journal of Thermal Biology*, 28: 279–286.
- Wilkinson, L. R. y J. W. Gibbons (2005). Patterns of reproductive allocation: clutch and egg size variation in three freshwater turtles. *Copeia*, (2005): 868-879.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- Williams, G. C. (1966). *Adaptation and natural selection*. Princeton University Press, New Jersey.
- Wright, A., K. Lyons, M. Brandley y D. Hillis (2015). Which came first: the lizard or the egg? Robustness in phylogenetic reconstruction of ancestral states. *J. Exp. Zool. (Mol. Dev. Evol.)* 324: 504–516.
- Yung-Chih, L., L. Tsung-Han y K. Yeong-Choy (2005). A Skeletochronological Study on a Subtropical, Riparian Ranid (*Rana swinhoana*) from Different Elevations in Taiwan. *Zoological science*, (22): 653–658.
- Zamora-Ábrego, J. G., J. J. Zúñiga-Vega y A. Nieto-Montes de Oca (2007). Variation in reproductive traits within the lizard genus *Xenosaurus*. *Journal of Herpetology*, 41, 630-637.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.
- Zug, G. R. y S. Rand (1987). Estimation of age in nesting female *Iguana iguana*: Testing skeletochronology in a tropical lizard. *Amphibia-Reptilia*, 8: 237-250.
- Zug, G. R., L. J. Vitt y J. P. Caldwell (2001). *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*, 2nd ed. San Diego, CA: Academic Press.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

ARTÍCULO

Salamandra- German Journal of Herpetology

Am 12.08.2017 um 05:56 schrieb Oswaldo Hernandez Gallegos:

Dear Editor,

We are submitting to you a manuscript titled "Clutch size and relative clutch mass of *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)". This manuscript details multiple aspects of life history traits of *B. vittatus*. The data presented in this manuscript provide insights to the variation observed life history traits and provides valuable insight into the biotic and abiotic factors that may be involved in the evolution of life history traits. We hope that you enjoy the manuscript and look forward to publishing in your prestigious journal. If you have any questions/comments please do not hesitate to contact me at ohg@uaemex.mx.

Sincerely,

Oswaldo Hernández-Gallegos and colleagues

From: Birgit Rödder Scidesign <info@scidesign.de>

Sent: Monday, August 14, 2017 6:32:46 AM

To: Oswaldo Hernandez Gallegos

Subject: Re: Reproductive traits *B. vittatus* manuscript Suárez-Varón et al.

Dear Oswaldo Hernandez Gallegos,

I received your manuscript on 12 August, registered it with No. 1191 and sent it to the chief editor.

We'll inform you as soon as possible, if your manuscript is qualified for publication in the "Salamandra". This may last several months.

Please mention, that as of December 2016 for non-members of DGHT publication is only possible after payment of publication fee (please find detailed information at www.salamandra-journal.com). The page charges will be dropped, if one of two authors is DGHT member or two of more authors. Information about costs will follow with the proof, unless we got names and IDs of DGHT-members. In this case please send this information to my mailaddress after acceptance of your manuscript.

Kind regards

Birgit Roedder

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Clutch size and relative clutch mass of *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

GABRIEL SUÁREZ-VARÓN¹, ORLANDO SUÁREZ-RODRÍGUEZ¹, GISELA GRANADOS-GONZÁLEZ², MARICELA VILLAGRÁN-SANTA CRUZ³, KEVIN M. GRIBBINS⁴ & OSWALDO HERNÁNDEZ-GALLEGOS¹

¹Laboratorio de Herpetología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario # 100 Centro, Toluca, Estado de México, C. P. 50000, México.

²Laboratorio de Morfofisiología de la Reproducción, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario # 100 Centro, Toluca, Estado de México, C. P. 50000, México.

³Laboratorio de Biología Tisular y Reproductora, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, C. P. 04510, Distrito Federal, México.

⁴Department of Biology, University of Indianapolis, 1400 E. Hanna Ave., Indianapolis, Indiana 46227, United States.

Corresponding author: OSWALDO HERNÁNDEZ-GALLEGOS, e-mail: ohg@uaemex.mx

Abstract. Clutch size (CS) and relative clutch mass (RCM) are considered important features in life history descriptions of species within Squamata. Variations in these two characteristics are caused by both biotic and abiotic factors. The present study provides the first account related to CS and RCM of *Basiliscus vittatus* in Mexico within a population that inhabits an open riverbed juxtapositioned to tropical rainforest habitat in Catemaco, Veracruz, Mexico (170 m.a.s.l.). Eighteen gravid females were collected and kept in captivity with favorable conditions that promote oviposition. The CS within this population was 6 ± 0.3 and was correlated positively with snout vent-length; while the RCM was 0.16 ± 0.01 and correlated positively with both CS and width of egg. Multiple selection pressures, such as female morphology and environmental conditions, should influence these reproductive traits in *B. vittatus*. The data collected in this study could provide a

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

framework for comparisons of the life history traits across populations of *B. vittatus* in Mexico and within other species of the family Corytophanidae and provide ways to test how these factors may influence the CS and RCM in basilisk lizards.

Key words. Reproduction, reptiles, Corytophanidae, life history traits.

Introduction

Reptiles are thought to be variable in terms of reproductive output, such as the clutch size (CS), egg dimensions, time that reproduction occurs during their lifespan, and relative clutch mass (RCM). Normally in many species of reptiles, these life history traits show complex interrelationships with female body size (RADDER & SHANBHANG 2003) and exhibit both intra and inter-population variation (CASTILLA & BAUWENS 2000, KIEFER et al. 2008). In this way, when these parameters are determined, information is provided on reproductive strategies that are utilized by different populations of a single species (SHINE & GREER 1991). These variations of reproductive outputs have been attributed to both (1) abiotic factors that mainly include temperature and rainfall (FITCH 1985, JI & BRANA 2000), and (2) biotic factors such as body size and morphology (GOODMAN et al. 2008). Thus, the study of life history traits may increase our understanding of how individuals of each species interact with the environment.

The RCM has been considered one of the most important life history traits in reptiles (TINKLE et al. 1970, VITT & PRICE 1982). RCM has been studied as the ratio of clutch weight with respects to the female mass (PIANKA & PARKER 1975, GERALD & MISKELL, 2007) or as the proportion of energy destined for reproduction (VITT & CONGDON 1978), and is considered an indirect estimate of reproductive effort in squamates (TINKLE 1969, SEIGEL & FITCH 1984).

Several hypotheses have been proposed from the study of life history traits in reptiles that suggest body size and both CS and RCM have coevolved with foraging mode (VITT & CONGDON 1978). Therefore, sit-and-wait foragers tend to have robust bodies, high CS and RCM values, and low escape velocities; while, active foragers show cylindrical bodies, low

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

CS and RCM values, and high escape velocities (VITT & CONGDON 1978, VITT & PRICE 1982, RODRÍGUEZ-ROMERO et al. 2005, MESQUITA et al. 2016). *Basiliscus vittatus* is an oviparous lizard that belongs to the family Corytophanidae and is widespread in tropical regions of the Americas. In Mexico, the Brown Basilisk has been recorded in Jalisco, Michoacán, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, and also throughout Central America until Panama (CAMPBELL 1998, CASTAÑEDA-HERNÁNDEZ et al. 2011). The Brown Basilisk is even now registered in Florida as an introduced species (KRYSKO et al. 2006). For its habitat preferences, *B. vittatus* can be aquatic, terrestrial, and a semi-arboreal lizard. During their growth and development, *B. vittatus* neonates, prefer habitat close to water bodies; while, juveniles and adults tend to move away from permanent aquatic sources and have perch sites more elevated (HIRTH 1963, FITCH 1973).

Particularly within the family Corytophanidae, studies about life history characteristics are scarce. In the genus *Basiliscus*, there are a few studies detailing aspects of natural history, which provide characteristics by habitat preferences, thermoregulation, and spatial movements (HIRTH 1963, FITCH 1973, LAERM 1974), and others have related ecological and life history data (VAN DEVENDER 1982, VAUGHAN et al. 2007, LATTANZIO & LADUKE 2012, HERNÁNDEZ-CÓRDOBA et al. 2012). Unfortunately, much of the information obtained in these studies do not correspond to recently oviposited eggs and most samples were taken in different years and populations. Recently, in *B. vittatus* characteristics regarding a nesting site and dimensions of eggs in Mexico were recorded for the first time (SUÁREZ-VARÓN et al. 2016); with this data, it is now possible to make comparisons to populations of basilisk lizards distributed more to the south of the nest description as in Costa Rica populations (see, HIRTH 1963, FITCH 1973), and to observe the effects of biotic/abiotic factors on reproductive output among populations of *B. vittatus* in Mexico. Thus, the purpose of the present study is to provide CS and RCM data of a single population that inhabit an open riverbed juxtapositioned to tropical rainforest habitat in Catemaco, Veracruz, Mexico (170 m.a.s.l.). This comparison may help elucidate (1) if a relationship exists between life history traits and different biotic/abiotic factors (including morphological traits of females),

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

and (2) allow a comparison of different populations of Mexican *B. vittatus*, and other lizards especially within of Corytophanidae.

Materials and methods

The study was carried out in the community of La Selva del Marinero, Ejido Adolfo López Mateos, Catemaco, Veracruz, Mexico (18°26'36.3" N, 94°37' 81.9" W, 170 m.a.s.l.). The climate is warm-humid with a mean temperature of 27 °C and 4964 mm of annual precipitation; the rainy season extends nine months from June to February and the dry season is considered from March to May (IBARRA-MANRÍQUEZ & SÍNACA 1987).

We sampled monthly from April to July 2016, corresponding to the months in which gravid females were registered (SUÁREZ-VARÓN 2015). The females were found in areas close to the water, on branches, trunks, riparian vegetation, soil, and rocks in an open riverbed near tropical rainforest habitat. We captured females manually and with the help of a noose. To evaluate their reproductive condition, an abdominal palpation and a visual assessment were performed, where the gravid females showed a contour in the abdomen region (CASTILLA & BAUWENS 2000, BORETTO et al. 2014). Once the reproductive condition of the females was determined, the following data were recorded just for gravid females: date of collection, snout-vent length (SVL), and inter-limb distance (ILD) to the nearest millimeter with a digital caliper (0.1 mm); additionally, the body weight was measured (0.1 g) and we considered the total weight (equal to the female weight+clutch weight, TW). Female lizards were then transported to the laboratory within blanket cotton sacks.

Each female was maintained in individual terrariums of 1 m x 50 cm x 50 cm (length, width and height, respectively) made with glass and wood. Substrate was placed with soil from study site and mounds of soil were formed in the terrarium. Additionally, branches and rocks were also included as refuges and resting/basking sites for the females.

To maintain a thermal gradient between 20-40 °C, incandescent lamps of 75 watts were placed inside the terrariums to provide light and heat on one end of the tank, a photoperiod of 12/12 hrs (photofase/scotophase) was maintained respectively, the terrariums were

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

sprayed daily with water to maintain the humidity. Finally, females were fed every third day with crickets (*Acheta domesticus*) and larvae (*Tenebrio mollitor*), and water was provided *ad libitum* until the termination of oviposition.

The terrariums were monitored daily and the presence of eggs in the terrarium or abdominal flaccidities of females were observed. After the oviposition process (no later than 3 hours post-oviposition), the body weight of each female was taken, this value was considered as the absolute weight of the female (AW). Next, the CS was calculated as the total number of eggs in the nest, clutch weight (CW) was determined from the sum of the weights of all eggs recently oviposited, maximum length and width of the eggs was measured (ML and MW), and finally to estimate the volume of the eggs (VE) we used the equation of an ellipsoid $V = 4/3 \pi (1/2 L) (1/2 W)^2$ where L is the maximum length and W is the maximum width (SHANBHAG et al. 2000). The RCM was also calculated by TINKLE'S method (1969), which corresponds to the ratio of the CW to TW.

We used a normality tests (Kolmogorov-Smirnov, ZAR 1999) on all variables analyzed, descriptive statistics were estimated (mean \pm standard error, minimum and maximum), the coefficient of variation (CV = standard deviation / mean x 100) was calculated as a measure of the variability observe for parameters of the clutch data to elucidate the highest percentage of variation of traits. To evaluate whether the physical condition (robustness) of the female had an effect on the CS and CW, the residuals of the regression between the log SVL and the log AW were used as independent variable in regression analysis with CS and CW as dependent variables (SHANBHAG et al. 2000). Pearson's correlations were also used to analyze if there are relationships between female traits (SVL, AW, and IAD) and their reproductive traits/effort (CS, CW, MW, ML, VE, and RCM). All statistical analyses were performed in Statgraphics, results were deemed significant if $p < 0.05$.

Results

Clutch size and dimension of the eggs

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

One hundred and eight eggs were analyzed from 18 gravid females of *B. vittatus*. The female with the smallest SVL that was palpated positive for the presence of eggs was 106 mm (range 106-144). The female trait with the lowest variation was SVL (CV = 7.6%), and conversely the AW show the highest variation (CV = 25.4%). In the case of reproductive traits, ML and MW were the characteristics that showed the smallest variation (CV = 7.2 and 7.1 %, respectively), while RCM (CV = 21.02%) and CS (CV = 22.1%) are the traits with most variation for reproductive traits. Additional information about descriptive statistics related with morphology of the female and their reproductive traits (mean, standard error, range and CV) are also shown in Table 1.

Both CS ($r = 0.57$, $P = 0.01$, Fig. 1), and VE ($r = 0.51$, $P = 0.02$, Fig. 2) were correlated with SVL, but was not correlated with other traits of the eggs (Table 2). Robustness of females was not significant in terms of both CS ($r = 0.31$, $P = 0.19$) and CW ($r = -0.04$, $P = 0.85$). Both ILD ($r = 0.58$, $P = 0.01$), and AW ($r = 0.81$, $P = 0.001$) were correlated with the female SVL; however, the AW and ILD were not correlated with reproductive traits (see Table 2).

Relative clutch mass

The RCM was 0.16 ± 0.01 (Table 1) and was positively correlated with CS ($r = 0.48$, $P = 0.04$, Fig. 3), and MW ($r = 0.47$, $P = 0.04$). Otherwise, when RCM was analyzed with other female traits no correlations were observed between them and SVL ($r = -0.13$, $P = 0.58$), ILD ($r = -0.24$, $P = 0.34$), CW ($r = 0.45$, $P = 0.05$), ML ($r = 0.17$, $P = 0.48$), and VE ($r = 0.16$, $P = 0.52$).

Discussion

Clutch size

The mean CS of *B. vittatus* in this study is 6 eggs (range 5-9 eggs), which is within the know range for this species (range 3.9-12 eggs), the genus (range 3.9-18 eggs), and the family Corytophanidae (Table 3). Although in squamates CS varies between congeners distributed in regions with different requirements (HAMILTON et al. 2008), also it is affected

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

by strategies of reproduction within populations. If there are one or more clutches per season, variation in CS should occur in later clutches (VITT 1977). In the present study, we do not know if there are multiple clutches in our population, however according to previous evidence *B. vittatus* shows multiple clutches (FITCH 1973). In this study, we did not consider the effect of multiple clutches on both CS and RCM since we are unsure if multiple clutches occur in our population. A future study will investigate whether single or multiple clutches occur within our population at our study site.

Our results show that females of *B. vittatus* with larger body sizes have larger clutch sizes compared to smaller females. This pattern is common in many squamates (RADDER & SHANBHANG 2003), including other genera of tropical lizards such as *Tropidurus* (VITT & GOLBERG 1983), *Eurolophosaurus* (GALDINO et al. 2003), and *Emoia* (HAMILTON et al. 2008). Also SVL is correlated with VE, since larger abdominal cavities allow the storage of greater numbers of eggs (WILLIAMS 1966, CASTILLA & BAUWENS 2000, KRATOCHVIL & KUBICKA 2007). Thus, the body size of the female promotes an increase in CS and VE. In addition, the increase in body size of squamates has been closely related to its reproductive response; females with higher SVL tend to maximize their fitness by increasing the numbers of eggs (RUTHERFORD 2004). However, their chances of reproducing in future events may be restricted due to their increased susceptibility to predation because of decreased locomotor capacity and escape velocity (GALDINO et al. 2003). Likewise, the increase in body size should be an evolutionary advantage that allows females not only to fill the larger abdominal, but also increase the capacity to store energy reserves (e.g. food reserves, fatty bodies) allocated towards reproduction (WILLIAMS 1966, QUALLS & SHINE 1995). Energy reserves in some reptilian species is reduced considerably during the gestation period by a cessation of food intake, which has been observed to affect growth and physical condition of the female (SHANBHAG et al. 2000). In the present *B. vittatus* population, the effect of robustness on the variation of CS and CW was not supported because no significant association between these variables was observed as recorded in previous studies in others lizards (SHANBHAG et al. 2000), thus much of the available

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

energy stores may be allocated to reproduction (SHINE 1980, SHANBHAG et al. 2000, WILKINSON & GIBBONS, 2005, WARNER et al. 2008).

A central theory in vertebrate life histories is the trade-off between clutch size and dimensions of eggs (STEARNS 1992). In regards to this theory, the CS of *B. vittatus* was not related to any of the dimensions of the egg measured regardless of the SVL of the female. In the present study, our data suggest that the limitations imposed show that CS is not a function of this trade-off due to the stability present in the dimensions of the eggs as seen in consistent and less variable measures of ML and MW. This supports the adaptative canalization hypothesis, where it is suggested that maternal inversion is related to body size, which promotes a higher CS but not larger eggs (BROCKELMAN 1975). In contrast, VE and CW were traits that displayed more variation, which have been strongly correlated to female size or body mass because they can limit the amount of available abdominal space for carrying eggs (SHINE 1992). Also, since the size of the egg is considered to be under a selection pressure, which keeps them invariant (SHINE & GREER 1991) and perhaps because of the proximate causes of maintaining the agility of the females during gravidity; the dimensions of eggs are therefore limited by: 1) the length and arrangement of the eggs within the oviduct (FORD & SEIGEL 1989), and 2) by the size of both, pelvic girdle (CONGDON & GIBBONS 1987) and vent of the females to facilitate the oviposition process.

Additionally, the variation in CS has been considered an ancestral condition within Squamata (KRATOCHVIL & KUBICKA 2007), is molded by environmental characteristics attributed to abiotic factors such as precipitation, seasonality or temperature (JI & BRANA 2000, LEPAGE & LLOYD 2004), and therefore modifies the availability of resources (e.g. food) and then, the energy that females acquire prior to their reproductive events (BALLINGER 1977, SEIGEL & FITCH 1984). Consequently, CS is a trait that has evolved as an adaptive mechanism to environment pressures (FITCH 1985), especially in those species that are widely distributed and whose adult body size shows a range of variability (e.g. *B. vittatus*). Thus, changes in CS are expected (FITCH 1970) as a result of different selection pressures to local environment constraints (SHINE & DOWNES 1999), which is balanced by maintaining an optimal number of eggs that allows a greater fitness to females (FITCH 1970;

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

SHINE & GREER 1991). The variation in CS among populations probably reflects differences in the availability of energy resources that females obtain and which are influenced by the biotic and abiotic conditions of each local study area.

Relative clutch mass

Females of *B. vittatus* raise their RCM at the same time that their CS increases. In this way, the inversion towards reproduction can increase or decrease with respect to the age, weight, and size of the females; in such a way, that the energy available for reproduction is allocated in an optimum amount in each egg since the CS is invariant (DOUGHTY & SHINE 1998, RADDER & SHANBHAG 2004, ORRELL et al. 2004).

The fact that there is no observable relationship between RCM and SVL in *B. vittatus* suggests that larger females do not proportionally produce greater reproductive effort (STUART-SMITH et al. 2007). However, because CS and RCM in *B. vittatus* are limited by body morphology (SVL and AW respectively), rather than by foraging mode or escape velocity, then the only way females can increase their reproductive responses are to be larger in order to produce more eggs. According to the regression model ($CS = -3.97721 + 0.0794645 * SVL$), replacing the mean of SVL = 125.6 mm (for this population) each additional egg is associated with an increase in 10% female SVL. This indicates that the reproductive response in *B. vittatus* is strongly linked to the body morphology, which involves the body size of the females. Future studies should incorporate abdominal-volume data (SHINE 1992) to evaluate if body shape (more than inter-limb distance, ILD) restricts or promotes reproductive output. This should offer a model for the index of available space in the abdominal cavity and the egg carrying capacity of the female.

The RCM of *B. vittatus* (0.16) is similar to other studied species within the family Corytophanidae, genus *Basiliscus* (*B. plumifrons*, 0.21; *B. galeritus*, 0.18; *B. basiliscus*, 0.16), and genus *Laemanctus* (*L. longipes*, 0.17, SCHARF et al. 2015), which contrast with the highest RCM recorded in *Corytophanes cristatus* (0.27), an extreme passive foraging lizard (ANDREWS 1979). MESQUITA et al. (2016) obtained a lower value (0.08) for *B.*

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

vittatus; however, as detailed in this study, this variation is more a variant that is better observed of a population than that at the species level (DU et al. 2005).

It has been predicted that RCM has coevolved with foraging mode (VITT & CONGDON 1978); however, in this study there is no evidence of this hypothesis; since the value of RCM obtained for *B. vittatus* is close to that of active foragers (RCM = 0.17, MESQUITA et al. 2016). Therefore for this study, we suggested that both traits are under independent selection pressures in regards to foraging mode for *B. vittatus* (MESQUITA et al. 2016). Although *B. vittatus* is classified as a sit and wait forager based on low movements per minute and percentage of activity (COOPER et al. 2013), it has lower values in its reproductive inversion when compared with other sit and wait species, such as: *Phrynosoma orbiculare* (= 0.27, SUÁREZ-RODRÍGUEZ et al. in press), *Sceloporus clarki* (= 0.30, SHINE 1992), and *S. grammicus* (= 0.28, RODRÍGUEZ-ROMERO 2005); which have been associated with high values in RCM, low escape velocities, and robust bodies (VITT & CONGDON 1978, VITT & PRICE 1982). This can be due to the fact that the RCM of *B. vittatus* is considerably limited by its body morphology, since it has an elongated body and tail such as those observed in active foragers (Teiidae) (HERNÁNDEZ-GALLEGOS 2004) and long posterior extremities that facilitate running to high speeds even across the surface of water (HIRTH 1963). According to this, it is suggested that *B. vittatus* may hold an intermediate position between both foraging modes, which may provide information on the evolution of more complex adaptations, such as escape mechanisms (COOPER 2005). In this way, the reproductive effort in *B. vittatus* has been molded to maintain its locomotor skills such as: velocity of escape, attachment to branches, submersion, etc., making it less vulnerable to predators (GERAL & MISKELL 2007; SUÁREZ-VARÓN pers. obs.). Consequently, natural selection may favor individuals in this population of lizards with an optimal RCM that still allow for escape performance in different microhabitats that lizards occupy but still maintains little variation in the dimensions of the egg, which has been associated with low values in RCM (HARVEY & PAGEL 1991). This implies that an optimization of the CS and CW is in play to maximize the fitness of the species. Finally, the CS and RCM may respond to multiple selection pressures caused by: 1) local

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

environmental effects where they are collected (VITT 1981; ZAMORA-ABREGO 2007), 2) with costs associated to the body morphology (VITT & PRICE 1982), 3) microhabitat (VITT 1981), 4) foraging and escape strategies, as well as the use of crypsis (VITT & CONGDON 1978, RODRÍGUEZ-ROMERO et al. 2005), which limit the reproductive output and should influence the modification of both parameters.

Acknowledgements

To Ana E. López-Moreno y Ailed Pérez-Pérez for aiding in the collection of lizards. We also thanks the community of La Selva del Marinero for field assistance and SEMARNAT for Scientific Collector Permit 08-043. We would like to thank project UAEM 4310/2017/CI.

References

- ALMENDÁREZ, A. & J. BRITO (2012): Ampliación del rango distribucional de *Drymarchon melanurus* (Colubridae) y *Basiliscus galeritus* (Iguanidae-Corytophaninae), hacia los bosques secos interandinos del norte del ecuador. – *Revista Politécnica*, **30**: 179–183.
- ALVAREZ DEL TORO, M. (1982): Los Reptiles de Chiapas. – Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- ANDREWS, R. (1979): The lizard *Corytophanes cristatus*: an extreme "sit-and-wait" predator. – *Biotropica*, **11**: 136–139.
- BALLINGER, R. (1977): Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in a lizard. – *Ecology*, **58**: 628–635.
- BORETTO, J. M., F. CABEZAS-CARTES, E. L. KUBISCH, B. SINERVO & N. IBARGÜENGOYTÍA (2014): Changes in female reproduction and body condition in an endemic lizard, *Phymaturus spectabilis*, following the Puyehue volcanic ashfall event. – *Herpetological Conservation and Biology*, **9**: 181–191.
- BROCKELMAN, W. (1975): Competition, the fitness of offspring, and optimal clutch size. – *The American Naturalist*, **109**: 677–699.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- CAMPBELL, J. A. (1998): Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. – University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma.
- CASTAÑEDA-HERNÁNDEZ, C., T. RAMÍREZ-VALVERDE, Y. MEZA-PARRAL, A. SARMIENTO-ROJAS & A. MARTÍNEZ-CAMPOS (2011): Ampliación de la distribución geográfica de *Basiliscus vittatus* en el estado de Puebla. – Revista Mexicana de Biodiversidad, **82**: 1046–1048.
- CASTILLA, A. & D. BAUWENS (2000): Reproductive characteristics of the lacertid lizard *Podarcis atrata*. – Copeia, **3**: 748–756.
- CONGDON, J. D. & J. W. GIBBONS (1987): Morphological constraint on egg size: a challenge to optimal egg size theory? – Proceedings of the National Academy of Science, **84**: 4145–4147.
- COOPER JR., W. (2005): Duration of movements as a lizard foraging movement variable. – Herpetologica, **61**: 363–372.
- COOPER JR., W., G. CASTAÑEDA, GARCÍA-DE LA PEÑA, C. WILSON, J. CALDWELL & L. VITT (2013): Foraging modes of some Jamaican, Costa Rican, and Mexican lizards. – Herpetology Notes, **6**: 591–597.
- DOUGHTY, P. & R. SHINE (1998): Reproductive energy allocation and long-term energy stores in a viviparous lizard (*Eulamprus tympanum*). – Ecological society of America, **79**: 1073–1083.
- DU, W. G., X. JI, Y. P. ZHANG, X. F. XU & R. SHINE (2005): Identifying sources of variation in reproductive and life history traits among five populations of a Chinese lizard (*Takydromus septentrionalis*, Lacertidae). – **Biological Journal of Linnean Society**, **85**: 443–453.
- FITCH, H. S. (1970): Reproductive cycles in lizards and snakes. – University of Kansas, Museum of Natural History, Miscellaneous Publications, **52**: 1–247.
- FITCH, H. S. (1973): A field study of Costa Rican lizards. – University of Kansas, Science Bulletin, **50**: 39–126.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- FITCH, H. S. (1985): *Variation in clutch and litter size in New World reptiles*. – University of Kansas Museum of Natural History, *Miscellaneous Publication*, **76**: 1–76.
- FORD, N. B. & R. A. SEIGEL (1989): Relationships among body size, clutch size, and egg size in three species of oviparous snakes. – *Herpetologica*, **45**: 75–83.
- GALDINO, C., V. ASSIS, M. KIEFER & M. VAN SLUYS (2003): Reproduction and fat body cycle of *Eurolophosaurus nanuzae* (Sauria; Tropiduridae) from a Seasonal Montane habitat of southeastern Brazil. – *Journal of Herpetology*, **37**: 687–694.
- GERALD, G & C. MISKELL (2007): Small Litter Sizes and Relative Clutch Mass of Northern Watersnakes (*Nerodia sipedon sipedon*) in Southwestern Ohio. – *Ohio Journal of Science*, **117**: 84–85.
- GOODMAN, B. A., D. MILES & L. SCHWARZKO (2008): Life on the rocks: habitat use drives morphological and performance evolution in lizards. – *Ecology*, **89**: 3462–3471.
- GUYER C. & M. DONNELLY (2004): *Amphibians and reptiles of la selva Costa Rica, and the Caribbean slope*. – Berkeley. University of California Press.
- HAMILTON, A. M., M. ECKSTUT, E. KLEIN & C. AUSTIN (2008): Clutch size in the tropical scincid lizard *Emoia sanfordi*, a species endemic to the Vanuatu Archipelago. – *Zoological Science*, **25**: 843–848.
- HARVEY, P. H. & M. D. PAGEL (1991): *The comparative method in evolutionary Biology*. – Oxford Series in Ecology and Evolution, Oxford University Press.
- HERNÁNDEZ-CÓRDOBA, O. D., O. AGUDELO-VALDERRAMA & J. P. OSPINA-FAJARDO (2012): Variación intraespecífica en el uso de percha nocturna de *Basiliscus galeritus* (Sauria: Corytophanidae) en Isla Palma, Pacífico Colombiano. – *Papéis Avulsos de Zoología* **52**: 401–409.
- HERNÁNDEZ-GALLEGOS, O. (2004): *Demografía de los lacertilios del complejo *Aspidoscelis* (Cnemidophorus) *cozumela* (Sauria: Teiidae) y sus especies parentales, en la Península de Yucatán, México*. – Ph.D. thesis. Ciudad de México: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- HIRTH, H. F. (1963): The ecology of two lizards on a tropical beach. – *Ecological Monographs*, **33**: 83–112.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- IBARRA-MANRÍQUEZ, G. & S. SÍNACA (1987): Lista florística de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas. – Listados Florísticos de México VII. Instituto de Biología. UNAM. México.
- JI, X. A. & F. BRANA (2000): Among clutch variation in reproductive output and egg size in the wall Lizard (*Podarcis muralis*) from a lowland population of northern Spain. – Journal of Herpetology, **34**: 54–60.
- KIEFER, M., M. VAN SLUYS & C. F. ROCHA (2008): Clutch size and egg size of the tropical lizard *Tropidurus torquatus* (Tropiduridae) along its geographic range in coastal eastern Brazil. – Canadian Journal of Zoology, **86**: 1376–1388.
- KRATOCHVIL, L. & L. KUBICKA (2007): Why reduce clutch size to one or two eggs? Reproductive allometries reveal different evolutionary causes of invariant clutch size in lizards. – Functional Ecology, **21**: 171–177.
- KRYSKO, K. L., J. SEITZ, C. J. TOWNSEND & K. M. ENGE (2006): The introduced brown basilisk (*Basiliscus vittatus*) in Florida. – Iguana, **13**: 24–30.
- LAERM, J. (1974): A functional analysis of morphological variation and differential niche utilization in basilisk lizards. – Ecology **55**: 404–411.
- LATTANZIO, M. & T. LADUKE (2012): Habitat use and activity budgets of Emerald Basilisks (*Basiliscus plumifrons*) in northeast Costa Rica. – Copeia **3**:465–471.
- LEPAGE, D. & P. LLOYD (2004): Avian clutch size in relation to rainfall seasonality and stochasticity along an aridity gradient across South Africa. – Ostrich, **75**: 259–268.
- LIEBERMAN, A. (1980): Nesting of the Basilisk Lizard (*Basiliscus basiliscus*). – Journal of Herpetology, **14**: 103–105.
- MARTIN, P. S. (1958): A biogeography of amphibians and reptiles in the Gomez Farias Region, Tamaulipas, Mexico. – *Miscellaneous Publication* Museo de Zoología, Universidad Michoacana. No. 101.
- MEIRI, S., J. H. BROWN & R. M. SIBLY (2012): **The ecology of lizard reproductive output.** – Global Ecology and Biogeography, **21**: 592–602.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- MESQUITA, D., G. C. COSTA, R. COLLI, T. B. COSTA, D. B. SHEPARD, L. J. VITT & E. R. PIANKA (2016): Life-History Patterns of Lizards of the World. – *The American Naturalist*, **187**: 689–705.
- ORRELL, K., J. CONGDON, T. JENSSEN, R. MICHENER, T. KUNZ (2004): Intersexual differences in energy expenditure of *Anolis carolinensis* lizards during breeding and postbreeding seasons. – *Physiological and Biochemical Zoology*, **77**: 50–64.
- ORTLEB, E. (1965): Hatching of basilisk eggs. – *Herpetologica*, **20**: 277–279.
- PIANKA, E. & W. S. PARKER (1975): Ecology of horned lizards: a review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*. – *Copeia*, **1975**: 141–162.
- QUALLS, C. P. & R. SHINE (1995): Maternal body volume as a constraint on reproductive output in lizards: evidence from the evolution of viviparity. – *Oecologia*, **103**: 73–78.
- RADDER, R. & B. SHANBHAG (2003): Interrelationships among reproductive traits of female lizards, *Sitana ponticeriana* (Cuvier). – *Current Science*, **85**: 89–91.
- RADDER, R. & B. SHANBHAG (2004): Factors influencing offspring traits in oviporous multi-clutched lizard, *Calotes versicolor* (Agamidae). – *Journal of Bioscience*, **29**: 105–110.
- REAM, C. H. (1965): Notes on the behavior and egg laying of *Corytophanes cristatus*. – *Herpetologica*, **20**: 239–242.
- RODRÍGUEZ-ROMERO, F., F. R. MÉNDEZ-DE LA CRUZ & L. LÓPEZ-GONZÁLEZ (2005): Análisis comparado del esfuerzo reproductor en algunos lacertilios mexicanos de ambientes tropical y templado. – *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, **2**: 168–177.
- RUTHERFORD, P. L. (2004): Proximate mechanisms that contribute to female-biased sexual size dimorphism in an anguid lizard. – *Canadian Journal of Zoology*, **82**: 817–822.
- SCHARF, I., A. FELDMAN, M. NOVOSOLOV, D. PINCHEIRA-DONOSO, M. DAS, P. UETZ, O. TORRES-CARVAJAL, A. BAUER, U. ROLL & S. MEIRI (2015): Late bloomers and baby boomers: ecological drivers of longevity in squamates and the tuatara. – *Global Ecology and Biogeography*, **24**: 396–405.
- SEIGEL R. & H. FITCH (1984): Ecological patterns of relative clutch mass in snakes. – *Oecologia*, **61**: 293–301.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- SHANBHAG, B. A., R. S. RADDER & S. K. SAIDAPUR (2000): Maternal size determines clutch mass, whereas breeding timing influences clutch and egg size in the tropical lizard, *Calotes versicolor* (Agamidae). – *Copeia*, **2000**: 1062–1067.
- SHINE, R. & A. E. GREER (1991): Why are clutch sizes more variable in some species than in others? – *Evolution*, **45**: 1696–1706.
- SHINE, R. & S. J. DOWNES (1999): Can pregnant lizards adjust their offspring phenotypes to environmental conditions? – *Oecologia*, **119**: 1–8.
- SHINE, R. (1980): “Cost” of reproduction in reptiles. – *Oecologia*, **46**: 92– 100.
- Shine, R. (1992): Relative clutch mass and body shape in lizards and snakes: is reproductive investment constrained or optimized? – *Evolution*, **46**: 828–833.
- STEARNS, S. C. (1992): The evolution of life histories. – Oxford University.
- STUART-SMITH, J., R. SWAIN, R. D. STUART-SMITH & E. WAPSTRA (2007): Is fecundity the ultimate cause of female biased size dimorphism in a dragon lizard? – *Journal of Zoology*, **273**: 266–272.
- SUÁREZ-RODRÍGUEZ, O., G. SUÁREZ-VARÓN, F. CHÁVEZ-SILES, F. PÉREZ-ARRIAGA, G. ANDRADE-SOTO, L. AGUILAR-ISAAC, W. C. SHERBROOKE & O. HERNÁNDEZ-GALLEGOS: Masa relativa de la camada en *Phrynosoma orbiculare* (Squamata: Phrynosomatidae) en el Parque Estatal Sierra Morelos, Toluca, Estado de México. Accepted. – *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 000-000.
- SUÁREZ-VARÓN, G. (2015): Ecología de *Basiliscus vittatus* (Squamata, Corytophanidae): estructura poblacional y proporción sexual. – Bachelor thesis. Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- SUÁREZ-VARÓN, G., O. SUÁREZ-RODRÍGUEZ & O. Hernández-Gallegos (2016): *Basiliscus vittatus*. Oviposition site. – *Mesoamerican Herpetology*, **4**: 1006–1007.
- TINKLE, D. W. (1969): The concept of reproductive effort and its relation to the evolution of life histories of lizards. – *American Naturalist*, **103**: 501–516.
- TINKLE, D. W., H. M. WILBUR & S. G. TILLEY (1970): Evolutionary strategies in lizard reproduction. – *Evolution*, **24**: 55–74.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

- VAN DEVENDER, R. W. (1982): Demography of the Lizard *Basiliscus basiliscus*. – *Herpetologica* **38**: 189–208.
- VAUGHAN, C., O. RAMIREZ, G. HERRERA, E. FALLAS & R. W. HENDERSON (2007): Home range and habitat use of *Basiliscus plumifrons* (Squamata: Corytophanidae) in an active Costa Rican cacao farm. – *Applied Herpetology* **4**: 217–226.
- VITT, L. J. & H. J. PRICE (1982): Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. – *Herpetologica*, **38**:237–255.
- VITT, L. J. & J. D. CONGDON (1978): Body shape, reproductive effort and relative clutch mass in lizards: resolution of a paradox. – *American Naturalist*, **112**: 595–608.
- VITT, L. J. & S. R. GOLDBERG (1983): Reproductive ecology of two tropical iguanid lizards: *Tropidurus torquatus* and *Platynotus samitaeniatus*. – *Copeia*, **1983**:131–141.
- VITT, L. J. (1977): Observation on clutch size and egg size and evidence for multiple clutches in some lizards of southwestern United States. – *Herpetologica*, **33**: 333–338.
- VITT, L. J. (1981): Lizard reproduction: habitat specificity and constraints on relative clutch mass. – *The American Naturalist*, **117**: 506–514.
- WARNER, D. A., X. BONNET, K. A. HOBSON & R. SHINE (2008): Lizards combine stored energy and recently acquired nutrients flexibly to fuel reproduction. – *Journal of Animal Ecology*, **77**: 1242–1249.
- WILKINSON, L. R. & J. W. GIBBONS (2005): Patterns of reproductive allocation: clutch and egg size variation in three freshwater turtles. – *Copeia*, **2005**: 868–879.
- WILLIAMS G. C. (1966): *Adaptation and natural selection*. – Princeton University Press, New Jersey.
- ZAMORA-ABREGO, J. G., J. J. ZUÑIGA-VEGA & A. NIETO-MONTES DE OCA (2007): Variation in reproductive traits within the lizards genus *Xenosaurus*. – *Journal of Herpetology*, **41**: 630–637.
- ZAR J.H. (1999): *Biostatistical analysis*. – Prentice Hall, New Jersey.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Table 1. Statistical summary for female morphology: SVL (snout-vent length), AW (absolute weight), and ILD (inter-limb distance), and reproductive traits: RCM (relative clutch mass), CS (clutch size), CW (clutch weight), ML (maximum length), MW (maximum wide), and VE (volume of egg) in *Basiliscus vittatus* from La Selva del Marinero, Catemaco, Veracruz.

Trait	Mean	SE	Min	Max	CV %	N
SVL (mm)	125.6	2.25	106	144	7.6	18
AW (g)	44.2	2.6	26.8	67	25.4	18
ILD (mm)	65.1	1.3	55.9	74.7	8.5	18
RCM	0.16	0.008	0.06	0.20	21.02	18
CS	6	0.3	5	9	22.1	108
CW (g)	1.4	0.02	0.8	2.2	17.7	108
VE (mm ³)	1305.5	21.4	827.4	1782.01	17	108
(ML) (mm)	19.7	0.1	16.5	22.7	7.2	108
(MW) (mm)	11.2	0.07	8.9	12.7	7.1	108

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Table 2. Linear regression analysis of the relationship between female traits (SVL= snout vent length, ILD= inter-limb distance, AW=absolute weight), and reproductive traits (CS= clutch size, CW= clutch weight, ML= maximum length, MW= maximum wide, VE= volume of egg, and RCM= relative clutch mass) of *Basiliscus vittatus* from La Selva del Marinero, Catemaco, Veracruz. The symbol * indicates significant differences.

Trait	R ²	P	Trait	R ²	P	Trait	R ²	P
SVL vs RCM	1.9	0.58	AW vs RCM	13.4	0.13	IAD vs RCM	5.66	0.34
SVL vs ILD	33.8	0.01*	AW vs CS	21.7	0.05	IAD vs CS	10.1	0.19
SVL vs AW	65.8	0.001*	AW vs CW	1.44	0.63	IAD vs CW	0.37	0.80
SVL vs CS	32.8	0.01*	AW vs ML	0.01	0.99	IAD vs ML	2.71	0.51
SVL vs CW	1.8	0.59	AW vs MW	9.48	0.21	IAD vs MW	4.11	0.41
SVL vs ML	0.12	0.89	AW vs VE	11.6	0.16	AID vs VE	14.7	0.11
SVL vs MW	17.2	0.08						
SVL vs VE	26.4	0.02*						

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

Table 3. Clutch size in family Corytophanidae, the data correspond to mean values.

Species	Clutch size	Reference
<i>Basiliscus vittatus</i>	4.2	(HIRTH 1963)
	3.9	(FITCH 1973)
	12	(ALVAREZ DEL TORO 1982, GUYER & DONNELLY 2004)
	4	(CAMPBELL 1998)
	5.2	(MEIRI et al. 2012)
	5.4	(SCHARF et al. 2015)
<i>B. basiliscus</i>	18	(ORTLEB 1965)
	6.2	(FITCH 1973)
	8	(LIEBERMAN 1980)
	9.2	(MEIRI et al. 2012)
<i>B. galeritus</i>	5	(ALMENDÁREZ & BRITO 2012)
<i>Corytophanes hernandezii</i>	3-4	(ALVAREZ DEL TORO 1982)
<i>C. cristatus</i>	6	(REAM 1965)
<i>Laemanctus serratus</i>	3-5	(MARTÍN 1958)
<i>L. longipes</i>	4-6	(ALVAREZ DEL TORO 1982)

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

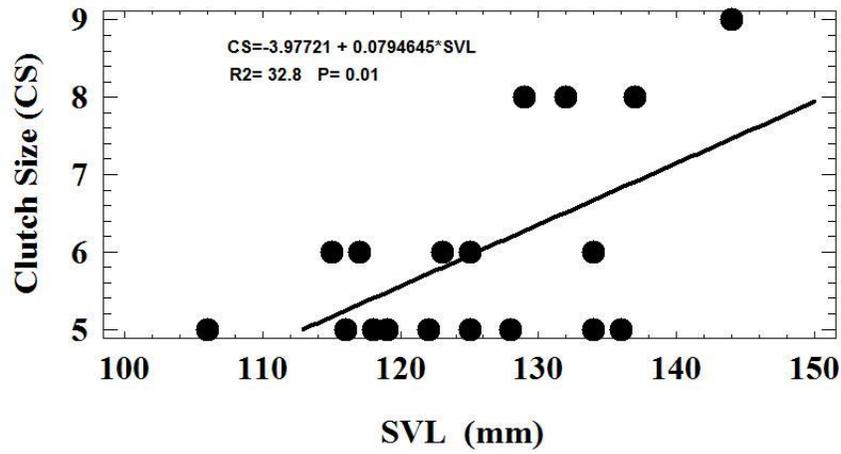


Figure 1. Relationship between clutch size (CS) and snout vent length (SVL) in *Basiliscus vittatus* from La Selva del Marinero, Catemaco, Veracruz.

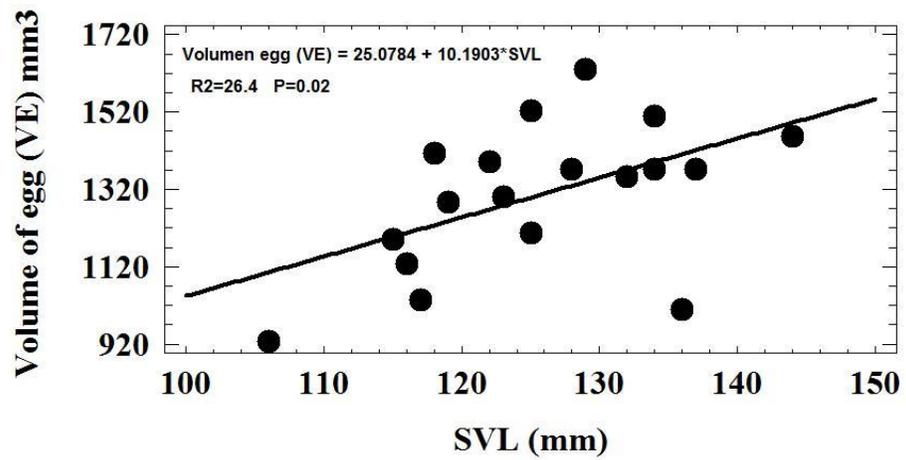


Figure 2. Relationship between volume of egg (VE) and snout vent length (SVL) in *Basiliscus vittatus* from La Selva del Marinero, Catemaco, Veracruz.

Características de la nidada y de las crías de *Basiliscus vittatus* (Squamata: Corytophanidae)

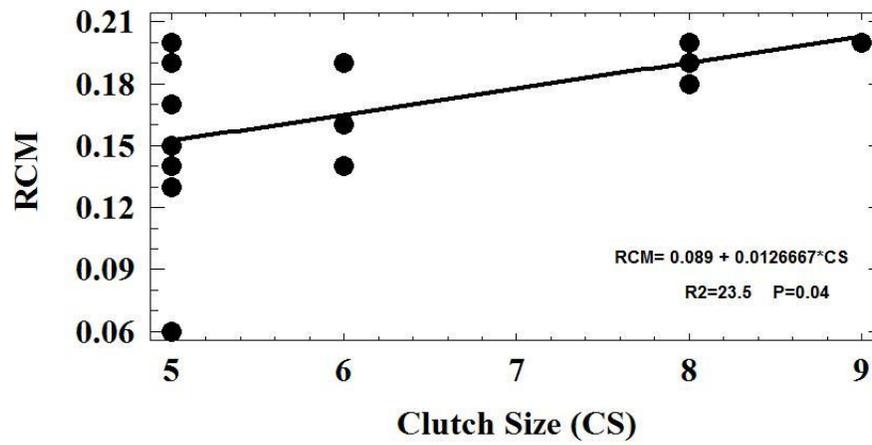


Figure 3. Relationship between relative clutch mass (RCM) and clutch size (CS) in *Basiliscus vittatus* from La Selva del Marinero, Catemaco, Veracruz.