

# Papéis Avulsos de Zoologia

Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo

Volume 57(36):459-472, 2017

www.mz.usp.br/publicacoes  
www.revistas.usp.br/paz

ISSN impresso: 0031-1049  
ISSN on-line: 1807-0205

## ACTIVIDAD REPRODUCTIVA Y DIETA DE *HEMIDACTYLUS FRENATUS* (SAURIA: GEKKONIDAE) EN EL NORTE DE COLOMBIA

JORGE A. DÍAZ-PÉREZ<sup>1</sup>  
ALCIDES C. SAMPEDRO-MARÍN<sup>2</sup>  
MARTHA P. RAMÍREZ-PINILLA<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*Despite its success as an invasive species, little is known about the ecological aspects of the gekkonid lizard Hemidactylus frenatus in Colombia. In the present study the size at maturity, sexual dimorphism, reproductive activity, and diet composition of a population of this species in an urban locality of Northern Colombia were determined. We conducted eleven samplings from September 2011 to August 2012 in buildings of the municipality of Sincelejo. A total of 264 specimens H. frenatus were captured, 112 were adult females, 133 adult males and 19 juveniles. Males reach sexual maturity at a smaller size (snout-vent length) than females (males: 35.7 mm; females: 42.7 mm), also they are larger and have proportionally larger heads and mouths than females. Males were reproductive throughout the year; although testicular volume varied significantly between samples, this variation was not associated with body size and precipitation in the study area. Reproductive adult females were found during all the sampling period. Females have an invariable clutch size of two eggs and we found no differences in the diameter and weight of eggs in each oviduct. The diet of H. frenatus is varied, with Diptera, Hemiptera and Formicidae being the prey types with the greatest relative importance values. Individuals of both sexes consume a similar volume and number of prey. Thus, the studied population of H. frenatus has continuous reproductive activity and a generalist-opportunistic feeding behavior. The climatic conditions of the study area, environmental availability of prey and intrinsic features of this species appear to be responsible for their abundance and colonizing success in this and other localities.*

KEY-WORDS: Gekkonidae; Biological invasions; Reproduction; Diet; Colombia.

### INTRODUCCIÓN

El proceso por medio del cual una especie introducida se establece, reproduce y amplía su área de distribución geográfica, ejerciendo impactos ecológicos y

económicos en una nueva localidad se conoce como "invasión" (Kraus, 2009). Las invasiones biológicas han sido consideradas como la segunda causa de pérdida de biodiversidad y uno de los principales agentes del cambio global (Baptiste *et al.*, 2010). Las especies invasoras

<sup>1</sup> Universidad de Sucre, Grupo de Investigación en Zoología y Ecología, Sincelejo, Colombia. ORCID: 0000-0002-2917-6793. E-mail: diazjorgea@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad de Sucre, Grupo de Investigación Biodiversidad Tropical, Sincelejo, Colombia. E-mail: asampedro2002@yahoo.es

<sup>3</sup> Universidad Industrial de Santander, Escuela de Biología, Grupo de Estudios en Biodiversidad, Laboratorio de Biología Reproductiva de Vertebrados, Colección Herpetológica, Bucaramanga, Colombia. ORCID: 0000-0002-5921-6223. E-mail: mpramir@gmail.com  
<http://dx.doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.36>

han ocasionado el declive de diversas poblaciones animales y pueden causar la extinción de especies nativas (Hoskin, 2011). Las invasiones biológicas han adquirido una importancia creciente durante los últimos años en cuanto a la investigación ecológica, sin embargo, se conoce muy poco acerca de las características de las especies invasoras y los impactos que éstas pueden tener sobre las especies nativas (Carvalho, 2009).

A nivel mundial la mayor cantidad de saurios introducidos pertenecen a la familia Gekkonidae y el género *Hemidactylus* es uno de sus representantes más ampliamente distribuidos, registrándose especies de este género en zonas tropicales y subtropicales, tanto del Viejo como del Nuevo Mundo (Kraus, 2009). En Colombia han sido introducidas varias especies de este género, catalogadas con cierto grado de riesgo para los ecosistemas y las especies nativas (Baptiste *et al.*, 2010), de las cuales *H. frenatus* puede considerarse como la más representativa por su abundancia y amplia distribución (Caicedo-Portilla & Dulcey-Cala, 2011).

*Hemidactylus frenatus* es una especie nativa del sur y el sureste asiático, que ha sido introducida en varios países de Norte, Centro y Suramérica (Kraus, 2009). Su presencia en el continente americano fue reportada por primera vez en Acapulco (México) hace aproximadamente 120 años (Farr, 2011). En Colombia *H. frenatus* ha sido registrada en varias localidades de la región Caribe, las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, los valles interandinos, la costa Pacífica y la Orinoquia, estando presente en 20 de los 32 departamentos del país (Caicedo-Portilla & Dulcey-Cala, 2011).

En distintas partes del mundo se ha documentado el impacto de *H. frenatus* sobre algunos saurios nativos, a los que ha desplazado y en ocasiones ha llevado a la extinción (Bolger & Case, 1992; Case *et al.*, 1994). Asimismo, han sido demostrados de manera experimental los potenciales beneficios de esta especie para los seres humanos, al alimentarse de algunos insectos vectores como mosquitos de los géneros *Aedes*, *Anopheles* u otros en las zonas urbanas (Canyon & Hii, 1997).

Aunque Colombia es uno de los países con mayor diversidad biológica del mundo y se conocen las consecuencias de las especies invasoras sobre la biodiversidad, existe aún muy poca información acerca de diversos aspectos ecológicos de esta especie en el país. Asimismo, no existen estudios detallados acerca de aspectos como la reproducción y la dieta. Por lo anterior, este trabajo aporta información sobre la actividad reproductiva y la composición de la dieta de esta especie en la zona urbana del municipio de

Sincelejo, lo cual puede ayudar a entender el porqué de la abundancia y proliferación de esta especie en el área de estudio y el país.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se realizó en la zona urbana del municipio de Sincelejo (09°18'10"N, 75°23'40"O), departamento de Sucre, Colombia, el cual presenta un clima cálido con una temperatura promedio anual de 27.5°C, una humedad relativa promedio de 77% y una precipitación promedio anual de 1.150 mm (Aguilera, 2005). Los menores registros de precipitación del año se presentan durante los meses de enero, febrero y marzo (Fig. 1). Los datos de precipitación histórica fueron obtenidos de la base de datos de WORLDCLIM (Hijmans *et al.*, 2005) usando el programa Diva-Gis (Hijmans *et al.*, 2004) y los del periodo de estudio, de la estación meteorológica de la Universidad de Sucre (sede Puerta Roja).

### Recolección de datos

Se realizaron 11 muestreos desde septiembre de 2011 a agosto de 2012 en distintas zonas del área urbana del municipio de Sincelejo. Los ejemplares se capturaron manualmente durante la noche (21:00-23:30 horas) de forma aleatoria y sin tener en cuenta su tamaño corporal, en viviendas, instituciones educativas, locales comerciales y otras edificaciones. Adicionalmente se registraron observaciones de eventos de cópula. Inmediatamente después de su captura se les practicó la eutanasia aplicando una inyección torácica de Lidocaína al 2%. Posteriormente se inyectaron con formol al 10% en la cavidad abdominal

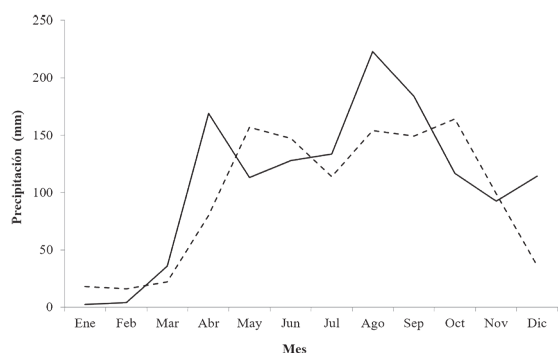


FIGURA 1: Precipitación histórica (línea interrumpida) y del periodo de estudio (línea continua) en el municipio de Sincelejo.

para detener los procesos digestivos y evitar el deterioro de las gónadas y otras estructuras internas. Todos los individuos se enumeraron mediante un número consecutivo de captura, se fijaron en formol al 10% y posteriormente se almacenaron en etanol al 70% (Simmons & Muñoz-Saba, 2005). Los ejemplares se encuentran depositados en la colección herpetológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander (UIS-R).

A cada individuo se le determinó el peso mediante una balanza Denver Instrument APX-200® (error de 0.001 g) y se le registraron las siguientes variables morfométricas utilizando un calibrador Mitutoyo® ( $\pm 0.05$  mm): longitud hocico-cloaca (LHC), ancho de la cabeza y ancho de la boca (Santana *et al.*, 2010).

### **Análisis y observación de estructuras reproductivas**

En las hembras se registró el diámetro de los folículos más grandes y el diámetro y peso de los huevos oviductales. En los machos se registró el largo y ancho de los testículos y la condición de enrollamiento del epidídimo. Se extrajo el testículo izquierdo de cada ejemplar y se fijó en formol al 10%. Se calculó el volumen de los testículos usando la siguiente fórmula:  $V = 4/3\pi \times (L/2) \times (W/2)^2$ . Donde "L" y "W" representan el largo y ancho de los testículos respectivamente. Los testículos se trataron para histotecnica corriente, realizándose cortes histológicos de 6  $\mu$ m mediante un micrótomos de rotación básico y utilizando la tinción de hematoxilina-eosina (Luna, 1968). Se verificó al microscopio el estado de la espermatogénesis y la presencia de espermatozoides en el lumen de los túbulos seminíferos y epidídimo (Ballinger & Nietfeldt, 1989). Los machos fueron clasificados como maduros sexualmente cuando presentaron espermatozoides en el lumen de los túbulos seminíferos y/o en el lumen de los epidídimos. Las hembras se clasificaron como adultas cuando presentaron folículos vitelogénicos y/o huevos oviductales. Las hembras adultas se clasificaron como previtelogénicas (sin folículos vitelogénicos), vitelogénicas (con folículos vitelogénicos, de color amarillento), grávidas (con huevos oviductales) y grávidas y vitelogénicas (con folículos vitelogénicos y huevos oviductales simultáneamente).

### **Análisis de los contenidos estomacales**

Los estómagos se separaron del tracto digestivo y se extrajeron los contenidos, los cuales se almacenaron

en etanol al 70%. Las presas se identificaron mediante estereoscopio Stemi DV4 (Carl Zeiss®) hasta el nivel de orden y familia cuando fue posible (Guillot, 2005). Las presas cuya identificación no fue posible (material en avanzado grado de digestión) se agruparon en una categoría denominada Ítems no identificados (INI). Se registró la cantidad (número) de presas, la frecuencia y el volumen de cada categoría alimentaria de acuerdo con Pinkas *et al.* (1971).

La frecuencia se calculó como el cociente entre la cantidad de individuos con determinada categoría alimentaria y la cantidad de individuos analizados, se excluyeron para este efecto los individuos que presentaron estómagos vacíos. El volumen de las presas se calculó mediante desplazamiento volumétrico directo usando un cilindro graduado (Magnusson *et al.*, 2003).

### **Evaluación de la disponibilidad ambiental de presas**

Se estimó la disponibilidad relativa de presas potenciales (Rocha & Anjos, 2007) de *Hemidactylus frenatus* en el área de estudio. Durante cuatro muestreos (mayo, junio, julio y agosto de 2012) se realizaron capturas de artrópodos en los sitios donde forrajea *H. frenatus* con mayor frecuencia (paredes y techos en cercanía de fuentes de luz), utilizando una jama, pinzas y pinceles entomológicos. Las capturas de artrópodos fueron efectuadas por dos personas y tuvieron una duración de 120 minutos por cada muestreo. Los artrópodos capturados se depositaban en frascos con etanol al 70% y se identificaron hasta el nivel de orden utilizando claves taxonómicas (Guillot, 2005).

### **Análisis de datos**

El tamaño de madurez sexual en los machos se determinó como el valor mínimo de la LHC de individuos con presencia de espermatozoides en el lumen de los túbulos seminíferos y epidídimo y en las hembras como el valor mínimo de la LHC de individuos con presencia de huevos oviductales o folículos vitelogénicos agrandados. Se determinó la influencia del tamaño (LHC) sobre el peso, ancho de la cabeza y ancho de la boca mediante una regresión lineal simple. Todas estas variables se correlacionaron positiva y significativamente con la LHC y por tanto para establecer diferencias significativas respecto a estas variables se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), usando la LHC como covariable (Kuehl, 2001).

**TABLA 1:** Dimorfismo sexual en tamaño (LHC), masa corporal (gr), ancho de la cabeza y ancho de la boca en *Hemidactylus frenatus*.

Variable	Sexo	Media ± DE (Min-Max)	Regresión	Estadístico	Significancia
LHC	Hembra	48.55 ± 2.74 (42.7-57.9)		Z = 6.24; gl = 245	< 0.0001
	Macho	51.84 ± 5.01 (35.7-59.7)			
Peso	Hembra	2.95 ± 0.52 (1.79-4.67)	R <sup>2</sup> = 0.78; F = 662.9; P < 0.0001	F = 13.88	0.0002
	Macho	3.75 ± 1.04 (1.24-6.11)			
Ancho de la cabeza	Hembra	9.56 ± 0.54 (8.25-11.3)	R <sup>2</sup> = 0.8; F = 700.6; P < 0.0001	F = 35.63	< 0.0001
	Macho	10.47 ± 1 (7.55-12.7)			
Ancho de la boca	Hembra	7.93 ± 0.45 (6.8-9.6)	R <sup>2</sup> = 0.79; F = 692.9; P < 0.0001	F = 12.31	0.0005
	Macho	8.49 ± 0.71 (6.1-10.3)			

Teniendo en cuenta la fuerte estacionalidad definida por las lluvias en el área de estudio, en este trabajo se definió como época seca la agrupación de los meses muestreados con menor registro de precipitación (enero y febrero) y la época de lluvias el resto de meses del año. La variación del volumen testicular entre las épocas climáticas se evaluó mediante una prueba t de Student (utilizando los residuos de la correlación entre el volumen testicular y la LHC) y entre los muestreos mediante análisis de covarianza. Se utilizó el método de comparaciones múltiples de Fisher (LSD Fisher) para determinar cuáles meses presentaban diferencias significativas entre sí. La asociación entre el volumen testicular ajustado y la cantidad de precipitación mensual se evaluó mediante una regresión lineal.

Para probar la hipótesis de aleatoriedad respecto a la distribución de hembras adultas en diferente estado reproductivo durante los meses de muestreo, se utilizó la prueba de rachas. La variación del diámetro de los folículos vitelogénicos entre las dos estaciones se evaluó mediante una prueba t de Student y entre los distintos meses mediante un análisis de varianza de Kruskal-Wallis. La influencia del tamaño de las hembras sobre el diámetro promedio de los folículos vitelogénicos y de los huevos oviductales se evaluó mediante una regresión lineal simple. Asimismo, se evaluó el efecto del tamaño y peso de las hembras sobre el peso de los huevos oviductales mediante una regresión lineal simple. Para establecer si existían diferencias significativas entre el diámetro de los huevos oviductales de cada tracto (izquierdo y derecho) se utilizó una prueba t de Student (Zar, 2010).

El valor de importancia de cada tipo de presa se calculó mediante el índice de importancia relativa (IIR = (N + V) F) propuesto por Pinkas *et al.* (1971). Para evaluar las diferencias entre sexos respecto al número de presas, volumen del contenido estomacal y volumen de las presas con mayor importancia relativa, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney. Para la comparación de la frecuencia de consumo de las presas con mayor importancia relativa entre sexos, se utilizó

la prueba de bondad de ajuste  $X^2$  para dos categorías. La influencia del tamaño del individuo (LHC) sobre el número de presas, volumen promedio de presa y volumen del contenido estomacal se evaluó mediante regresiones lineales simples, transformando los datos a logaritmo en base 10 cuando no presentaron distribución normal (Zar, 2010).

La variación del número de presas y volumen del contenido estomacal entre épocas (seca y lluviosa) y muestreos, se evaluó mediante la prueba U de Mann-Whitney y el análisis de varianza de Kruskal-Wallis respectivamente. Cuando se observó variación se evaluó el efecto de la cantidad de precipitación mensual sobre estas variables mediante una regresión lineal simple (Zar, 2010).

Para el análisis estadístico se usaron los programas InfoStat 2013 (Di Rienzo *et al.*, 2013) y PAST 2.08b (Hammer *et al.*, 2001).

## RESULTADOS

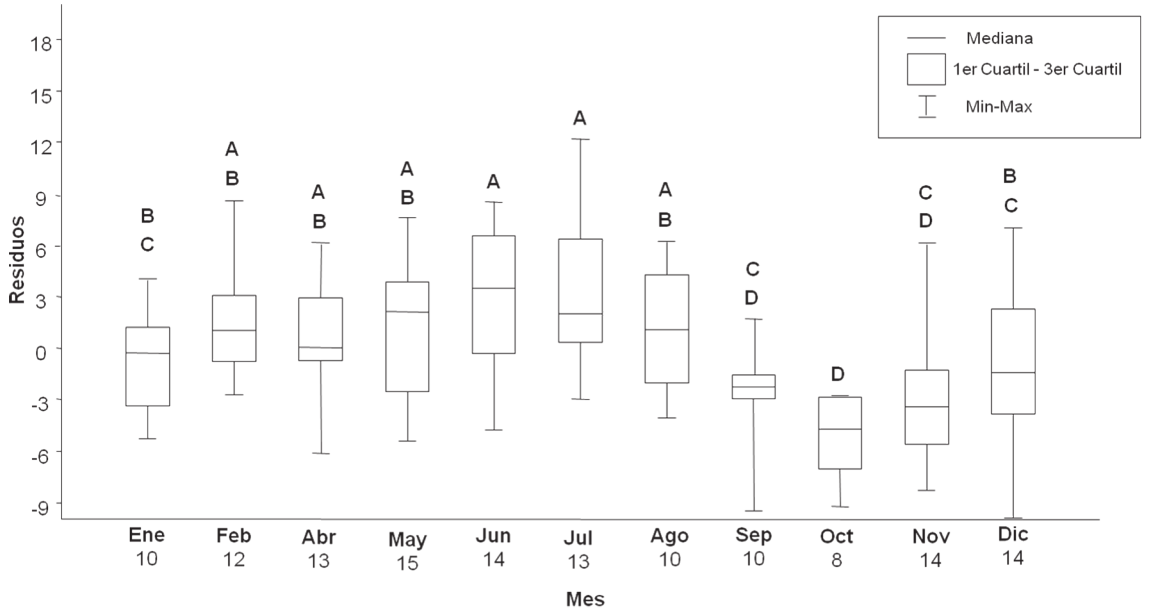
Se capturaron en total 264 ejemplares de *H. frenatus*, de los cuales 133 fueron machos adultos, 112 hembras adultas y 19 juveniles. Los machos presentaron un tamaño de madurez sexual menor que las hembras. La hembra reproductiva más pequeña medía 42.7 mm de LHC y tenía folículos vitelogénicos de un diámetro mayor a 4 mm. El macho más pequeño con espermatozoides en el lumen de los túbulos seminíferos medía 35.7 mm de LHC. Los machos son de mayor tamaño y peso que las hembras, además tienen la cabeza y boca significativamente más grandes (Tabla 1). Machos y hembras poseen una coloración similar.

### Actividad reproductiva de los machos

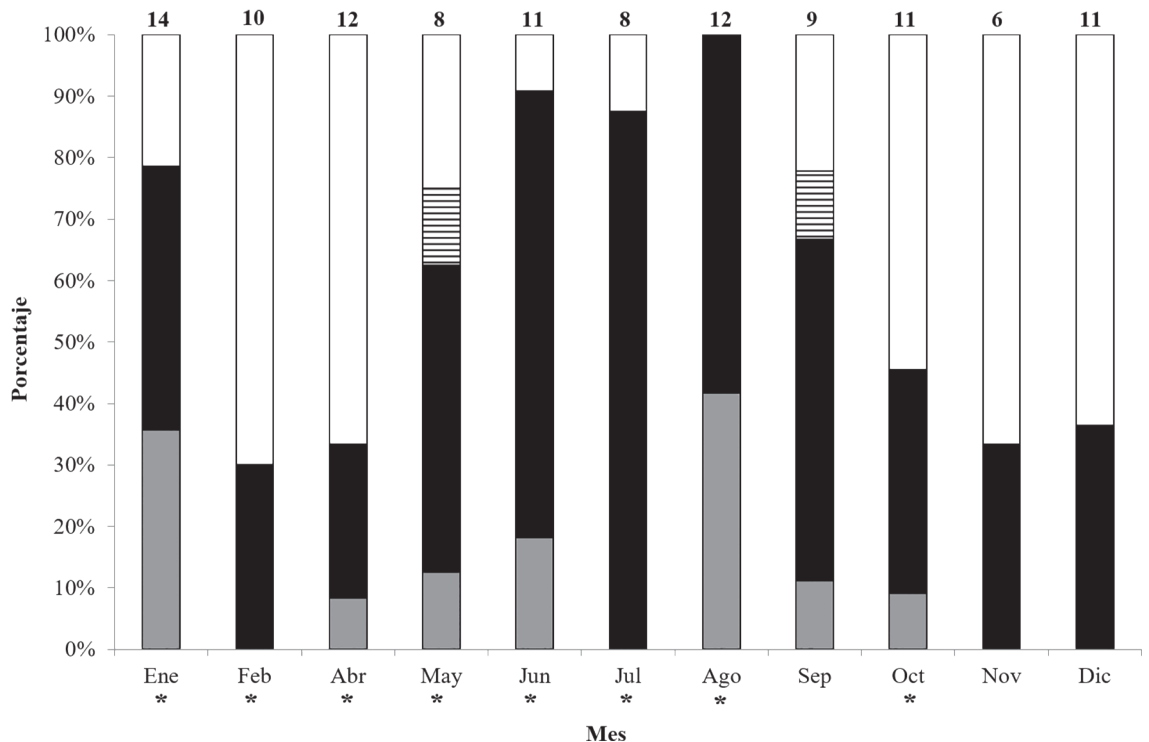
Todos los machos con LHC > 35.7 mm presentaron espermatozoides tanto en los túbulos seminíferos

como en los epidídimos durante todos los meses del año. El volumen de los testículos se correlacionó significativa y positivamente con el tamaño de los machos ( $r = 0.65$ ;  $p < 0.0001$ ). No se observaron diferencias

significativas en el volumen testicular entre las épocas seca y lluviosa ( $t = 0.45$ ;  $p = 0.65$ ). El volumen testicular ajustado sí varió significativamente entre los meses muestreados (ANCOVA:  $F = 5.05$ ;  $p < 0.001$ , Fig. 2),



**FIGURA 2:** Variación mensual del volumen testicular de *H. frenatus* en el área de estudio. El número debajo de cada mes indica el tamaño de muestra. Meses con una letra común no son significativamente diferentes (LSD Fisher,  $p > 0,05$ ).



**FIGURA 3:** Distribución mensual de hembras adultas en diferente estado reproductivo: grávidas (barras grises), vitelogénicas (barras negras), grávidas y vitelogénicas (barras con líneas horizontales) y previtelogénicas (barras blancas). Los asteriscos debajo de cada mes indican la observación de actividad copulatoria.

pero tal variación no estuvo asociada con la cantidad de precipitación mensual ( $r = 0.043$ ;  $p = 0.90$ ).

### Actividad reproductiva de las hembras

La proporción de hembras reproductivas ha sido superior a la de hembras no reproductivas durante el año de muestreo. Sin embargo, en la estación de lluvias la proporción de hembras reproductivas es significativamente mayor ( $X^2 = 9$ ;  $p = 0.003$ ), mientras no lo es en la estación seca ( $X^2 = 2.56$ ;  $p = 0.11$ ). Aunque se encontraron hembras vitelogenéticas todo el año (Fig. 3), su proporción no presenta una distribución aleatoria (Prueba de rachas:  $Z = 2.22$ ;  $P = 0.024$ ), observándose una tendencia al aumento en los meses de junio, julio y agosto. De manera diferente, la proporción de hembras previtelogenéticas, grávidas, y grávidas y vitelogenéticas al mismo tiempo, presentó una distribución aleatoria durante todo el año (Prueba de rachas: previtelogenéticas  $Z = 1.57$ ,  $P = 0.11$ ; grávidas  $Z = 0.06$ ,  $P = 0.60$ ; grávidas y vitelogenéticas  $Z = 0.84$ ;  $P = 0.99$ ).

El diámetro promedio de los folículos más grandes no se correlacionó con el tamaño de las hembras ( $r = -0.0965$ ;  $p = 0.377$ ;  $n = 53$ ) y tampoco el diámetro promedio de los huevos oviductales ( $r = -0.124$ ;  $p = 0.703$ ;  $n = 18$ ). El peso promedio de los huevos oviductales no se correlacionó con la LHC ( $r = -0.141$ ;  $p = 0.577$ ;  $n = 18$ ) ni con el peso corporal de las hembras ( $r = -0.0965$ ;  $p = 0.7031$ ;  $n = 18$ ). Por otra parte, no hubo diferencias significativas respecto al diámetro de los folículos mayores entre las dos épocas climáticas (lluviosa =  $3.39 \pm 1.24$ ; seca =  $2.89 \pm 1.61$ ;  $t = 1.18$ ;  $p = 0.25$ ) y tampoco entre los meses (Kruskall-Wallis,  $H = 18.2$ ;  $gl = 10$ ;  $p = 0.052$ ).

Todas las hembras grávidas presentaron dos huevos oviductales, uno de los cuales estaba ubicado en la parte más anterior de la cavidad abdominal. No existieron diferencias significativas entre el diámetro promedio de los huevos oviductales de cada tracto (Izquierdo =  $6.17 \pm 0.66$  mm; Derecho =  $6.15 \pm 0.67$  mm;  $t = 0.1245$ ;  $p = 0.97$ ). No se encontraron cuerpos grasos abdominales en ninguno de los individuos analizados, sin embargo, algunos individuos presentaban gotas minúsculas de grasa dispersas en la cavidad abdominal.

### Actividad copulatoria

Se registraron 16 eventos de cópula en los meses de enero, abril, junio y agosto de 2011 y enero,



**FIGURA 4:** Actividad copulatoria de *Hemidactylus frenatus* en una edificación de la zona urbana del municipio de Sincelejo.

febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y octubre de 2012. La actividad copulatoria (Fig. 4) se observó en distintas superficies (paredes, ventanas y techos) casi siempre a una altura superior a 2 m del nivel del suelo, en cercanía o no de fuentes de luz, además en ocasiones la cópula ocurría cerca de otros individuos de la misma especie, sin que al parecer resultara perturbada esta actividad.

### Dieta

Se analizaron los contenidos estomacales de 262 individuos de *Hemidactylus frenatus* (110 hembras adultas, 133 machos adultos y 19 juveniles), de los cuales 4 (1.5%) presentaron estómagos completamente vacíos y 13 (4.96%) presentaron estómagos sólo con material digerido (restos de artrópodos no identificables). La dieta de *H. frenatus* está constituida principalmente por insectos, siendo los dípteros, hemípteros y formicidos las presas consumidas en mayor cantidad, las más frecuentes y de mayor importancia relativa (Tabla 2). Asimismo, estas presas resultaron ser las de mayor abundancia en los sitios de forrajeo (Fig. 5). Machos y hembras consumen un número (Fig. 6A) y volumen similar (Fig. 6B) de presas (Número de presas: U Mann-Whitney = 5390,  $p > 0.05$ ; Volumen del contenido estomacal: U Mann-Whitney = 6217,  $p > 0.05$ ).

Para las cinco categorías alimentarias con mayor valor de importancia relativa no se observaron diferencias significativas entre machos y hembras respecto al número de presas (Diptera: U = 1929,  $p = 0.37$ ; Hemiptera: U = 1807,  $p = 0.46$ ); Formicidae: U = 663.5,  $p = 0.38$ ; Lepidoptera: U = 253,  $p = 0.52$ ; Coleoptera: U = 190.5,  $p = 0.17$ ) ni en el volumen de las mismas (Diptera: U = 1864,  $p = 0.44$ ; Hemiptera: U = 1882,

**TABLA 2:** Composición general de la dieta de *H. frenatus*. Los guiones (—) indican que no se pudo obtener datos.

Presa (Orden-Familia)	Frecuencia	% F	Número de presas	% N	Volumen (cm <sup>3</sup> )	% V	IIR
Diptera	146	56.59	703	31.48	1.15	8.42	2257.78
Hemiptera	138	53.49	825	36.95	1.94	14.13	2732.12
Hymenoptera (Formicidae)	85	32.95	306	13.7	2.89	21.13	1147.61
Lepidoptera	47	18.22	66	2.96	1.55	11.32	260.06
Coleoptera	46	17.83	72	3.22	0.38	2.74	106.34
Araneae	43	16.67	63	2.82	0.26	1.9	78.61
Orthoptera	23	8.91	36	1.61	1.49	10.86	111.16
Isoptera	17	6.59	64	2.87	0.29	2.1	32.72
Hymenoptera (no Formicidae)	16	6.2	28	1.25	0.17	1.27	15.67
Restos de <i>Hemidactylus</i>	16	6.2	16	0.72	0.79	5.77	40.22
Collembola	5	1.94	11	0.49	0.003	0.02	0.99
Blattodea	5	1.94	5	0.22	0.29	2.12	4.54
Neuroptera	3	1.16	3	0.13	0.01	0.08	0.25
Isopoda	2	0.78	8	0.36	0.05	0.38	0.57
Larvas	2	0.78	3	0.13	0.14	1.02	0.9
Mollusca	2	0.78	3	0.13	0.05	0.37	0.39
Pseudoscorpionida	2	0.78	2	0.09	0.05	0.37	0.35
Chilopoda (Scolopendridae)	2	0.78	2	0.09	0.05	0.37	0.35
<i>Hemidactylus</i> – Juvenil	1	0.39	1	0.04	0.1	0.73	0.3
Acari	2	0.78	16	0.72	—	—	—
Ítems no identificados (INI)	124	48.06	—	—	1.96	14.32	—
Material calcáreo (cáscaras de huevos)	6	2.33	—	—	0.08	0.58	—
Total	258		2.233		13.69		

$p = 0.74$ ); Formicidae:  $U = 511$ ,  $p = 0.57$ ; Lepidoptera:  $U = 167$ ,  $p = 0.15$ ; Coleoptera:  $U = 167$ ,  $p = 0.91$ ). Asimismo, la frecuencia de consumo de las presas con mayor importancia relativa en la dieta de *H. frenatus* es muy similar para individuos de distinto sexo (Diptera ( $X^2 = 0.037$ ;  $p > 0.05$ ), Hemiptera ( $X^2 = 1.38$ ;  $p > 0.05$ ), Formicidae ( $X^2 = 0.062$ ;  $p > 0.05$ ), Lepidoptera ( $X^2 = 0.94$ ;  $p > 0.05$ ) y Coleoptera ( $X^2 = 0.67$ ;  $p > 0.05$ )).

El volumen promedio de presas se correlacionó significativa y positivamente con el tamaño (LHC) del individuo ( $r = 0.1968$ ;  $p < 0.005$ ), no así el número de presas ( $r = -0.106$ ;  $p = 0.097$ ) ni el volumen del contenido estomacal ( $r = 0.0566$ ;  $p = 0.372$ ). El volumen del contenido estomacal no varió significativamente entre estaciones seca y lluviosa ( $U = 4034$ ,  $p = 0.067$ ) pero sí entre muestreos (K-W,  $H = 34.45$ ;  $gl = 10$ ;  $p < 0.001$ ; Fig. 7). Sin embargo, el volumen promedio del contenido estomacal no se correlacionó con la cantidad de precipitación mensual ( $r = 0.119$ ;  $p = 0.728$ ). El número de presas consumidas no presentó variación entre las estaciones seca y lluviosa ( $U = 4191$ ,  $p = 0.374$ ) y tampoco entre muestreos (K-W,  $H = 14.46$ ;  $gl = 10$ ;  $p = 0.153$ ).

La frecuencia de consumo de las presas con mayor valor de importancia relativa (Diptera, Hemiptera y Formicidae) presentó variación durante

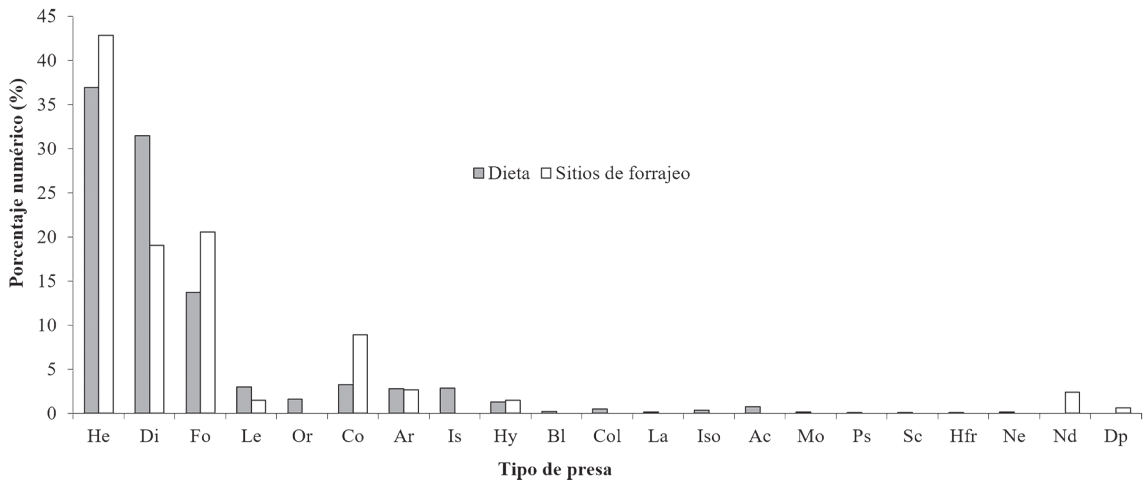
los muestreos (Fig. 8), sin embargo, esta variación no se relacionó con la cantidad de precipitación mensual (Diptera:  $r = 0.391$ ,  $p = 0.2349$ ; Hemiptera:  $r = -0.488$ ,  $p = 0.213$ ; Formicidae:  $r = 0.391$ ;  $p = 0.235$ ).

La cantidad (número) de hemípteros consumidos no varió significativamente durante los muestreos (K-W,  $H = 15.29$ ;  $gl = 10$ ;  $p = 0.122$ ), pero sí la cantidad de dípteros (K-W,  $H = 22.26$ ;  $gl = 10$ ;  $p < 0.05$ ) y hormigas (K-W,  $H = 19.97$ ;  $gl = 8$ ;  $p = 0.01$ ). No obstante, el número promedio de dípteros y hormigas consumidos no tuvo correlación con la cantidad de precipitación (Díptera,  $r = 0.547$ ,  $p = 0.081$ ; Formicidae,  $r = 0.27$ ,  $p = 0.476$ ).

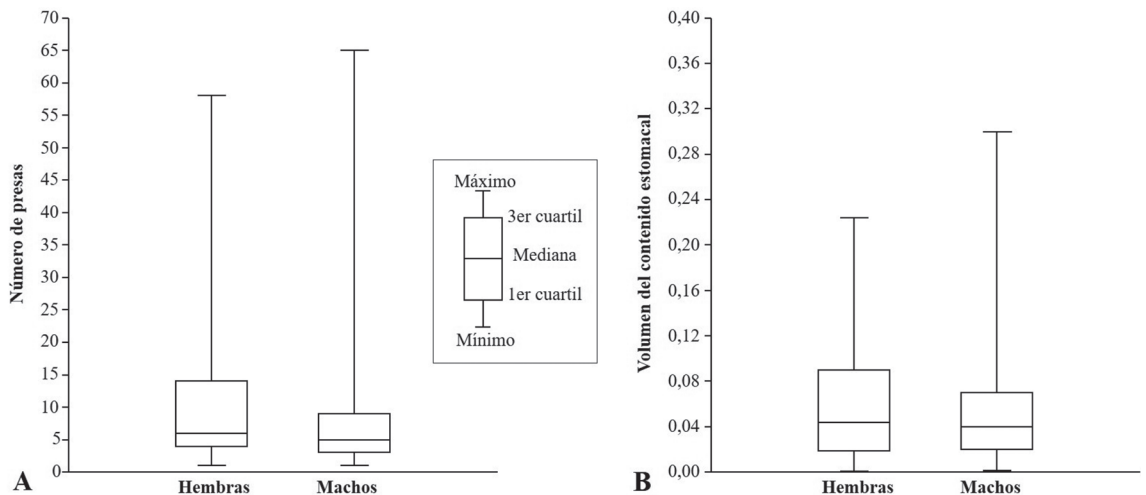
## DISCUSIÓN

### Tamaño de madurez y dimorfismo sexual

Un mayor tamaño a la madurez sexual en hembras que en machos de nuestra población de *H. frenatus* coincide con lo observado para esta especie en diferentes localidades (Cheng & Lin, 1977; Lin & Cheng, 1984; Ota, 1994; Church, 1962; Sabbath, 1981), quienes además encuentran que en la especie se alcanza la madurez sexual a un tamaño que oscila



**FIGURA 5:** Abundancia de cada tipo de presa en la dieta y en los sitios de forrajeo de *H. frenatus*. He: Hemiptera; Di: Diptera; Fo: Formicidae; Le: Lepidoptera; Or: Orthoptera; Co: Coleoptera; Ar: Araneae; Is: Isoptera; Hy: Hymenoptera distintos a Formicidae; Bl: Blattodea; Col: Collembola; La: Larvas; Iso: Isopoda; Ac: Acari; Mo: Mollusca; Ps: Pseudoscorpionida; Sc: Scolopendridae (Chilopoda); Hfr: *Hemidactylus frenatus* (Juvenil); Ne: Neuroptera; Nd: No determinado; Dp: Diplopoda.



**FIGURA 6:** Comparación del número de presas consumidas (A) y del volumen del contenido estomacal (B) entre machos y hembras de *H. frenatus*.

entre 36 y 44 mm. No hay dimorfismo sexual por coloración corporal en *Hemidactylus frenatus*, los individuos pueden tener la piel rosada clara, grisácea, gris oscuro o en ocasiones pueden presentar manchas negras sobre la piel grisácea. Esta coloración corporal puede variar en relación al sustrato del sitio de captura al parecer en respuesta a distintas condiciones ambientales (Vroonen *et al.*, 2012). Ambos sexos sí difieren en tamaño y forma, los machos tienen una mayor longitud, peso corporal, ancho de la cabeza y ancho de la boca que las hembras. Igualmente, Church (1962), Sabath (1981) y Zug *et al.* (2007) en tres poblaciones distintas de esta especie, indican que los machos son de mayor tamaño que las hembras. *Hemidactylus frenatus* es catalogada como una

especie agresiva, que manifiesta interacciones vocales y peleas como actividades conspicuas en poblaciones de alta densidad (Hoskin, 2011), lo cual se evidenció en distintas oportunidades durante el periodo de muestreo en el área de estudio. De acuerdo con Marcellini (1977) en los machos de esta especie la vocalización está asociada principalmente con la territorialidad, la cual disminuye la posibilidad de encuentros agresivos y además limita el tamaño de la población reproductora. Aunque las causas pueden ser diversas, la evolución del dimorfismo sexual en reptiles puede ser explicada con base en tres mecanismos selectivos principales: selección sexual, selección de fecundidad y selección natural por división de recursos (Cox *et al.*, 2007). En los lagartos el tamaño



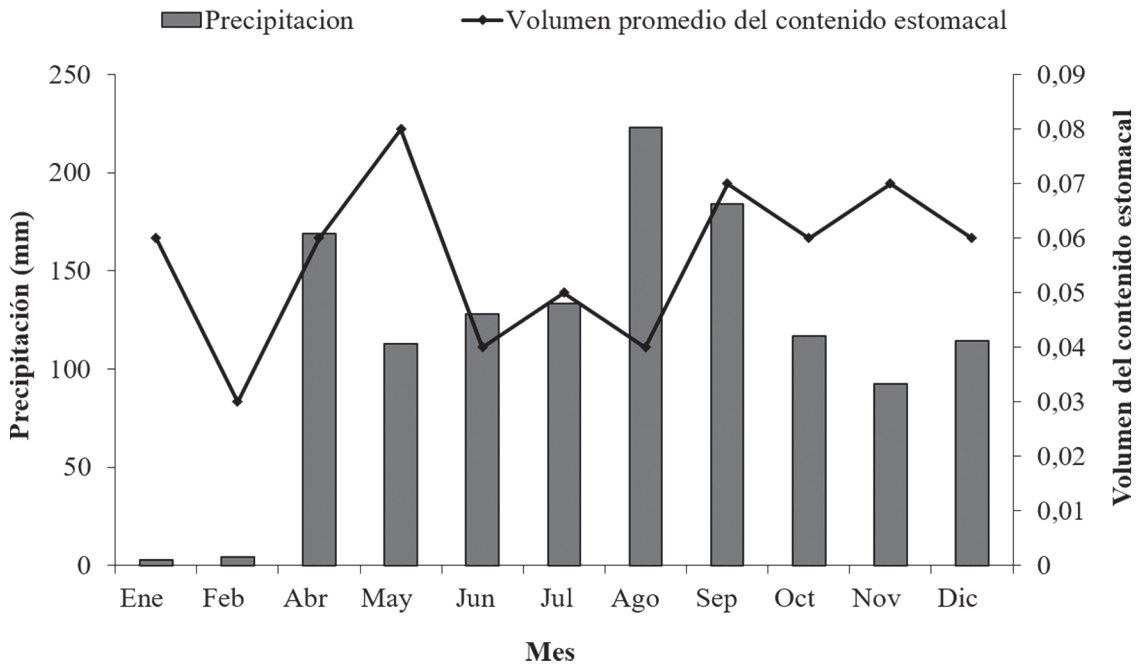


FIGURA 7: Variación del volumen promedio del contenido estomacal y de la precipitación durante el periodo de estudio.

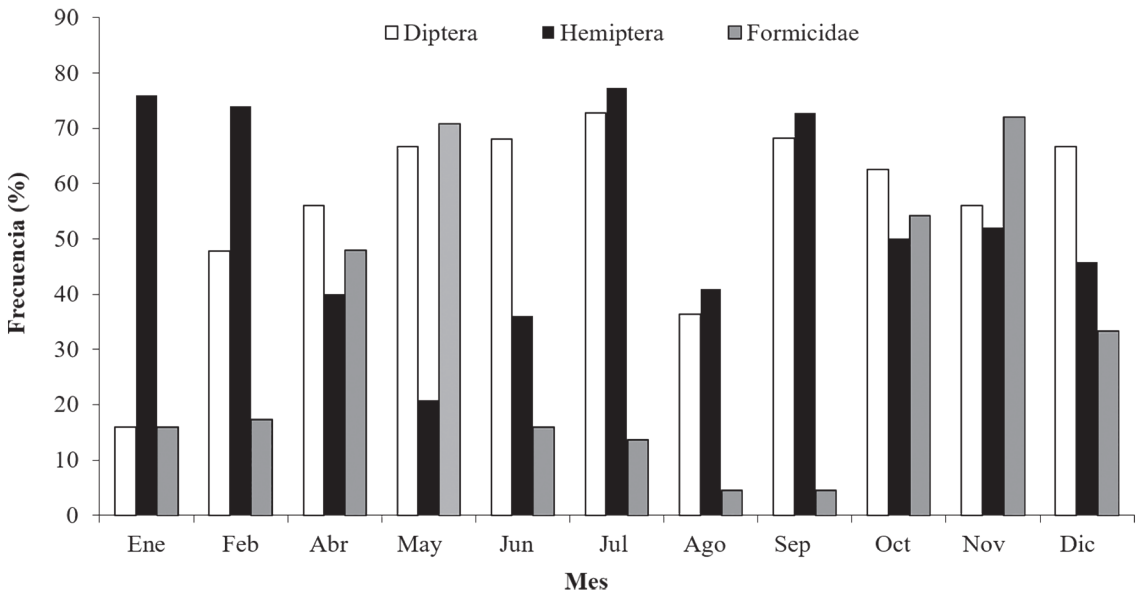


FIGURA 8: Variación de la frecuencia de consumo de las presas con mayor valor de importancia durante el periodo de estudio.

del cuerpo determina el éxito en encuentros agonísticos entre los machos (Anderson & Vitt, 1990; Cox *et al.*, 2007). Varios factores como el comportamiento territorial, el tamaño fijo de nidada de esta especie y un uso similar de recursos alimentarios por parte de ambos sexos, pueden sugerir que el dimorfismo sexual, con un mayor tamaño corporal y de las dimensiones cefálicas en los machos, sea producto de selección sexual.

### Actividad reproductiva

La presencia de espermatozoides en los túbulos seminíferos y/o epidídimos durante todos los meses del año sugiere una espermatogénesis continua en la población estudiada, lo cual ha sido observado por otros autores para *H. frenatus* en zonas tropicales y también en zonas con una estacionalidad climática marcada en el área de distribución natural de esta

especie (Church, 1962; Cheng & Lin, 1977). Aunque se observó variación del tamaño de los testículos durante los muestreos, no hubo relación entre el volumen testicular y la precipitación en el área de estudio. Vitt (1986) sugiere que la variación del tamaño testicular puede indicar el efecto global de la disponibilidad ambiental de agua sobre la hidratación de los tejidos. Por otra parte, Licht & Gorman (1970) indican que una disminución del tamaño testicular no implica necesariamente una disminución en cuanto a la actividad espermatogénica, y aunque la masa testicular puede disminuir significativamente durante una época, la espermatogénesis y secreción de andrógenos puede ser continua durante todo el año. Las explicaciones respecto a la variación del tamaño testicular son diversas y la correspondencia de esta variación con la actividad reproductiva de los lagartos tropicales no es muy clara, además puede existir o no relación entre la precipitación o estacionalidad y el tamaño o masa testicular (Colli *et al.*, 2003; Anjos & Rocha 2008; Serrano-Cardozo *et al.*, 2007; Ramos-Pallares *et al.*, 2010). Desde un punto de vista general, los datos de este estudio sugieren que, aunque se presenten cambios en el tamaño testicular, a nivel reproductivo los machos están disponibles constantemente para las hembras, lo cual es apoyado por el avistamiento de cópulas durante casi todos los meses del año.

*Hemidactylus frenatus* al igual que otras especies del mismo género tiene un tamaño fijo de nidada de dos huevos (Church, 1962; Sabbath, 1981). La disposición asimétrica de los huevos observada en *H. frenatus* facilita su ajuste en la cavidad abdominal dado su tamaño y la forma del cuerpo de la hembra (Doughty, 1997). No se encontró relación entre el diámetro o peso de los huevos oviductales y el tamaño de las hembras, lo cual es común para varias especies de geckos, incluida otra especie de *Hemidactylus* (Vitt, 1986). En lagartos con un tamaño invariante de nidada la cantidad de huevos por postura no puede aumentar con el tamaño de la hembra, sin embargo, en estos organismos, desde el punto de vista evolutivo, existe la tendencia de maximizar el tamaño o calidad de los huevos y la frecuencia de las posturas (Doughty, 1997; Vitt, 1986).

Durante todo el año se encontraron hembras vitelogénicas y durante la mayoría de los meses se registraron hembras grávidas, además no hubo variación en cuanto al diámetro de los folículos durante las épocas climáticas y tampoco entre los distintos meses, lo cual indica un patrón reproductivo continuo en las hembras de la población estudiada. No obstante, durante los meses de la estación seca

la proporción de hembras adultas no reproductivas es mayor (Fig. 3) y durante la estación de lluvias y particularmente durante los meses con altos valores de precipitación hubo una mayor proporción de hembras reproductivas (meses en los cuales se observa también un aumento diferencial en el tamaño testicular). Por lo tanto, hay actividad reproductiva continua en las hembras de esta población pero con picos de actividad reproductiva durante la estación lluviosa, como ha sido registrado en otras especies tropicales (Sherbrooke, 1975). Los resultados de este estudio coinciden con los encontrados por Church (1962) en una población de *H. frenatus* de la isla tropical de Java y Ramirez-Sandoval *et al.* (2006) en otra especie de gecko de un bosque seco tropical de México, los cuales no observaron estacionalidad en cuanto a la reproducción de las hembras pero sí registraron una gran proporción de adultas en estado no reproductivo durante algunos meses del año. Otros autores (Lin & Cheng, 1984; Ota, 1994; McKay & Phillips, 2012) en distintas islas subtropicales de Asia y en Australia indican que esta especie se reproduce estacionalmente, presentando una disminución de la actividad reproductiva en invierno, posiblemente por la poca tolerancia embrionaria a las bajas temperaturas. McKay & Phillips (2012) indican que la temperatura mínima mensual es el factor climático más importante que influye en la reproducción de esta especie y que la probabilidad de encontrar hembras grávidas aumenta cuando la temperatura mínima mensual es más alta. Teniendo en cuenta los resultados del presente y otros trabajos mencionados anteriormente, se puede concluir que la reproducción de *H. frenatus* es continua o continua con picos durante la estación de lluvias en áreas tropicales y estacional en áreas subtropicales, templadas y con inviernos fríos (Hoskin, 2011).

En áreas con una estacionalidad climática marcada, varios autores (Cheng & Lin, 1977; Ota, 1994) registran la presencia de cuerpos grasos abdominales en *H. frenatus*, pero sugieren que existe independencia entre la variación de la masa de los cuerpos grasos y la actividad reproductiva. Coincidiendo con Church (1962), en este trabajo no se encontró evidencia de cuerpos grasos abdominales en los individuos de la población estudiada. Por las características climáticas del área de estudio y la aparente homogeneidad en cuanto a la disponibilidad de presas durante todo el año, al parecer no existe necesidad de acumular de energía en forma de cuerpos grasos para la reproducción, como lo sugieren Serrano-Cardozo *et al.* (2007) para otra especie de gecónido en un ambiente urbano similar al del presente trabajo.

## Dieta

En este estudio se observó un porcentaje muy bajo de estómagos vacíos (1.5%) en comparación con otros trabajos sobre dieta de geckos nocturnos (Bonfiglio *et al.*, 2006; Rocha & Anjos, 2007; Saenz, 1996). Huey *et al.* (2001) indican que los lagartos nocturnos usualmente tienen una mayor cantidad de estómagos vacíos que los lagartos diurnos, argumentando que el aparente éxito reducido de forrajeo de los lagartos nocturnos puede ser consecuencia de la dificultad de detección de las presas en la noche, de la reducida o errática actividad de los insectos en ese periodo del día o de los tiempos de actividad más cortos comparados con los geckos diurnos. Teniendo en cuenta que *Hemidactylus frenatus* forrajea principalmente cerca de fuentes de luz urbanas, la dificultad de detección de las presas en la noche planteada por Huey *et al.* (2001), posiblemente no sea una limitante para esta especie, además se ha demostrado que *H. frenatus* puede alimentarse en completa oscuridad (Canyon & Hii, 1997). Por otra parte, Bonfiglio *et al.* (2006) indican que la cantidad de estómagos vacíos también puede verse afectada por el horario de captura, los individuos capturados en horas tempranas de la noche han tenido poco tiempo de forrajeo y por lo tanto una mayor incidencia de estómagos vacíos. Los ejemplares de este estudio fueron capturados varias horas después que *Hemidactylus frenatus* sale a forrajear, por lo tanto es posible que la mayoría haya tenido tiempo de por lo menos ingerir una o varias presas y presentarse, a nivel general, una pequeña proporción de individuos con estómagos vacíos como indica Saenz (1996) en un estudio sobre la dieta de *H. turcicus*. El hecho de que la mayoría de ejemplares analizados haya tenido presas en los estómagos también puede ser debido a la alta disponibilidad de presas en el área de estudio.

*Hemidactylus frenatus* consume una gran variedad de presas, no obstante los dípteros, hemípteros y hormigas son las presas que representan mayor importancia en la dieta de esta especie, pues son consumidos en mayor cantidad, frecuencia y volumen comparados con otros tipos de presa en el área de estudio. En distintas especies de lagartos se ha observado que el modo de forrajeo influye en el tipo de presas consumidas, en organismos con un forrajeo pasivo las presas consumidas en mayor cantidad son de movimiento rápido (Huey & Pianka, 1981), lo cual resulta similar a lo encontrado en la dieta de *H. frenatus* en este estudio. Esta especie consume principalmente insectos alados que se ven atraídos por las luminarias de las edificaciones y aunque en el caso de las hormigas, las obreras (ápteras) son los individuos más numerosos,

*H. frenatus* consume casi en su totalidad individuos de la casta reproductora, la cual es alada y de mayor tamaño, lo cual se asemeja a lo observado por Tkaczenko *et al.* (2014) en una población de este lagarto en el sur de Asia.

Los resultados de este trabajo resultan coincidentes con otros estudios sobre la dieta en el área de distribución natural de esta especie, por ejemplo, Tyler (1961) quien indica que los dípteros son las presas más frecuentes, Chou (1974) quien señala que las hormigas y los dípteros constituyen las presas más abundantes y frecuentes y por otra parte Tkaczenko *et al.* (2014) quienes muestran que los dípteros y los hemípteros son las presas ingeridas en mayor cantidad. Otros estudios en lugares donde esta especie ha sido introducida también muestran resultados parecidos, por ejemplo Newberry & Jones (2007) en Australia, indican que los dípteros constituyen las presas más numerosas, Galina-Tessaro *et al.* (1999) en la isla Socorro (México), señalan que los lepidópteros son las presas más abundantes, frecuentes y voluminosas y Diaz *et al.* (2012) en la misma localidad de este estudio, indican que esta especie consume principalmente hemípteros, dípteros e himenópteros. Los datos anteriores muestran que *H. frenatus* tiene una dieta insectívora similar tanto en su área de distribución natural como en áreas donde ha sido introducida. La variación de la dieta de la misma especie en distintas localidades puede atribuirse al comportamiento oportunista de estos lagartos y a la disponibilidad diferencial de presas en distintas zonas de estudio (Bonfiglio *et al.*, 2006).

A nivel general en el área de estudio, *H. frenatus* parece comportarse como un depredador generalista y oportunista, por la amplia variedad de categorías alimentarias en la dieta y por el hecho de consumir los tipos de presas que se encuentran en mayor abundancia en los sitios donde forrajea con mayor frecuencia. De manera similar, Chou (1974) indica que esta especie no posee un comportamiento dietario selectivo por la gran variedad de tipos de presa consumidos y además señala que la dieta está influenciada por la disponibilidad ambiental de insectos, consumiendo principalmente las presas que más abundan.

En varios individuos se encontraron restos de piel, lamelas subdigitales y en ocasiones fragmentos de colas de *Hemidactylus*. El consumo de la piel muda, propia o de otros individuos de la misma especie, conocido como queratofagia, ha sido registrado en numerosas especies de lagartos y es común en varias especies de geckos incluida *H. frenatus* (Mitchell *et al.*, 2006). El hallazgo de fragmentos de colas en los contenidos estomacales puede ser producto de encuentros

agonísticos, en donde algunos individuos muerden e incluso ingieren partes del cuerpo de otros (como la cola), lo cual fue observado en distintas oportunidades en este trabajo. Adicionalmente, en este estudio se encontró un neonato en el contenido estomacal de una hembra de *H. frenatus*. El comportamiento carnibalístico ha sido observado en numerosas especies de lagartos y había sido registrado anteriormente para *H. frenatus* (Galina-Tessaro *et al.*, 1999), al parecer ocurre de manera oportunista como producto de la conducta alimentaria depredadora normal en la mayoría de los reptiles (Polis & Myers, 1985).

Aunque los machos son más grandes que las hembras, los individuos de ambos sexos de la población estudiada consumen un volumen y número similar de presas. Además, consumen con la misma frecuencia presas de las cinco categorías alimentarias con mayor valor de importancia y en cantidades similares tanto a nivel numérico como volumétrico. Si bien, los individuos adultos son de distinto tamaño es posible que tengan requerimientos energéticos similares y por tanto ingieran cantidades similares de alimento. Además, tanto los machos como las hembras forrajean en los mismos sitios y esto posiblemente contribuye a que no existan diferencias respecto a las frecuencias de consumo de los distintos tipos de presa.

El número y volumen total de presas consumidas no está influenciado por el tamaño del cuerpo en la población de *H. frenatus* estudiada. Posiblemente esto sea consecuencia del comportamiento oportunista de estos lagartos y de la disponibilidad diferencial de presas en los sitios donde se capturaban cada uno de los individuos.

Por otra parte, el volumen promedio de presa presentó una asociación positiva con el tamaño del cuerpo de las lagartijas. En *H. frenatus*, a medida que aumenta el tamaño del cuerpo también incrementa el tamaño de algunas estructuras involucradas en la alimentación como la boca (ancho) y aunque a nivel general las presas de mayor importancia en la dieta de esta especie sean de pequeño tamaño, esto puede llevar a la tendencia de consumo de presas más voluminosas por parte de los individuos más grandes, lo cual ha sido observado en otras especies del género *Hemidactylus* (Rocha & Anjos, 2007; Saenz, 1996).

En hábitats tropicales, donde la temperatura y fotoperíodo son más estables que en las zonas subtropicales, la estacionalidad de las precipitaciones parece ser el factor más importante que afecta diversos aspectos ecológicos de las lagartijas, entre ellos la dieta (Miranda & Andrade, 2003; Sales *et al.*, 2012). Sin embargo, en este trabajo no hubo diferencias respecto al número de presas consumidas entre las épocas

seca y lluviosa. Además, la variación del volumen del contenido estomacal y de la frecuencia de consumo de los principales tipos de presa durante el periodo de estudio no estuvo asociada con la cantidad de precipitación mensual. Por tales motivos, se sugiere que la variación observada respecto al volumen del contenido estomacal y frecuencia de consumo, es producto de la disponibilidad diferencial de presas en los distintos sitios de captura y no depende de las épocas de mayor o menor precipitación en el área de estudio. Al parecer *H. frenatus* en el área de estudio encuentra recursos alimentarios durante todo el año en cantidades que no fluctúan significativamente, como ha sido registrado para otras especies de lagartos en zonas tropicales (Rocha & Anjos, 2007; Anaya-Rojas *et al.*, 2010; Caidedo-Portilla *et al.*, 2010).

## CONCLUSIÓN

Desde una perspectiva general, los resultados de este estudio sugieren que *H. frenatus* encuentra recursos alimentarios suficientes y puede reproducirse durante todo el año en el área de estudio. Estos aspectos ecológicos podrían cumplir un papel fundamental en el establecimiento exitoso de esta especie invasora en un sitio determinado y pueden ser unas de las causas de su abundancia y amplia distribución en el Neotrópico.

## RESUMEN

*A pesar de su éxito como especie invasora, existe poca información sobre los aspectos ecológicos del geócnido Hemidactylus frenatus en Colombia. En el presente estudio se determinó el tamaño de madurez, dimorfismo sexual, actividad reproductiva y composición de la dieta de una población de esta especie en una localidad urbana del Norte de Colombia. Se realizaron once muestreos desde septiembre de 2011 hasta agosto de 2012 en edificaciones del municipio de Sincelejo. Se capturaron 264 ejemplares, 133 machos adultos, 112 hembras adultas y 19 juveniles. Los machos alcanzaron la madurez sexual a un tamaño (longitud hocico-cloaca) menor (35.7 mm) que las hembras (42.7 mm), además alcanzan mayor tamaño y tienen cabezas y bocas proporcionalmente más grandes que éstas. Los machos fueron reproductivos durante todo el año; aunque el volumen testicular varió significativamente entre los muestreos, esta variación no estuvo asociada con el tamaño corporal ni con la precipitación en el área de estudio. Durante todos los muestreos se encontraron hembras adultas reproductivas. Las hembras*

tienen un tamaño de nidada invariable de dos huevos y no existen diferencias entre oviductos respecto al diámetro y peso de los huevos. La dieta de *H. frenatus* es variada, siendo los dípteros, hemípteros y formícidos las presas de mayor importancia relativa. Los adultos de ambos sexos consumen un volumen y número similar de presas. Así, la población de *H. frenatus* estudiada tiene una actividad reproductiva continua y un comportamiento dietario generalista y oportunista. Las condiciones climáticas, la disponibilidad ambiental de presas en el área de estudio y las características intrínsecas de esta especie parecen ser responsables de su abundancia y éxito colonizador en esta y otras localidades.

**PALABRAS-CLAVE:** Gekkonidae; Invasiones biológicas; Reproducción; Dieta; Colombia.

### AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE) por autorizar el permiso de recolección de los ejemplares. Al Laboratorio de Biología Reproductiva de Vertebrados (Universidad Industrial de Santander) por el apoyo logístico y financiero ofrecido para desarrollar el componente reproductivo de este estudio. El primer autor agradece la valiosa ayuda de los biólogos N. Oviedo, J. Martínez, H. Mendoza, J. Gaviria, C. Molano, W. Basilio, D. Meneses y O. Madera durante la recolección de los ejemplares y la colaboración de E. Ramos, C. Hernández y T. Pedreros durante las visitas realizadas al Laboratorio de Biología Reproductiva de Vertebrados (UIS). De la misma forma, expresa sus agradecimientos a todos los miembros del Grupo de Estudio en Zoología y Ecología de la Universidad de Sucre por la motivación ofrecida para culminar este trabajo.

### REFERENCIAS

- AGUILERA, M. 2005. *La economía del departamento de Sucre: ganadería y sector público*. Centro de Estudios Económicos Regionales – Banco de la República. Cartagena, Colombia. 126p.
- ANAYA-ROJAS, J.; SERRANO-CARDOZO, V. & RAMÍREZ-PINILLA, M. 2010. Diet, microhabitat use, and thermal preferences of *PtychoGLOSSUS bicolor* (Squamata: Gymnophthalmidae) in an organic coffee shade plantation in Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 50(10):159-166.
- ANDERSON, R.A. & VITT, L.J. 1990. Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in teiid lizards. *Oecologia*, 84(2):145-157.
- ANJOS, L. & ROCHA, C. 2008. Reproductive ecology of the invader species gekkonid lizard *Hemidactylus mabouia* in an area of southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 98(2):205-209.
- BALLINGER, R. & NIETFFELDT, J. 1989. Ontogenetic stages of reproductive maturity in the viviparous lizard *Sceloporus jarrovi* (Iguanidae). *Journal of Herpetology*, 23:282-292.
- BAPTISTE, M.P.; CASTAÑO, N.; CÁRDENAS, D.; GUTIÉRREZ, F.P.; GIL, D.L. & LASSO, C.A. 2010. *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 200p.
- BOLGER, D.J. & CASE, T.J. 1992. Intra- and interspecific interference behaviour among sexual and asexual geckos. *Animal Behaviour*, 44(1):21-30.
- BONFIGLIO, F.; BALESTRIN, R.L. & CAPPELLARI, L.H. 2006. Diet of *Hemidactylus mabouia* (Sauria, Gekkonidae) in urban area of Southern Brazil. *Biociencias*, 14(2):107-111.
- CAICEDO-PORTILLA, J.R. & DULCEY-CALA, C.J. 2011. Distribución del gecko introducido *Hemidactylus frenatus* (Dumeril y Briçon 1836) (Squamata: Gekkonidae) en Colombia. *Biota Colombiana*, 12(2):45-56
- CAICEDO-PORTILLA, J.R.; SERRANO-CARDOZO, V. & RAMÍREZ-PINILLA, M.P. 2010. Diet, microhabitat use and daily activity patterns of an Andean population of *Mabuya* (Squamata: Scincidae). *South American Journal of Herpetology*, 5(1):57-63.
- CANYON, D. & HUI, J. 1997. The gecko: an environmentally friendly biological agent for mosquito control. *Medical and Veterinary Entomology*, 11(4):319-323.
- CARVALLO, G.O. 2009. Especies exóticas e invasiones biológicas. *Ciencia Ahora*, 23:15-21.
- CASE, T.J.; BOLGER, D.J. & PETREN, K. 1994. *Invasions and competitive displacement among house geckos in the Tropical Pacific*. *Ecology*, 75(2):464-477.
- CHENG, H. & LIN, J. 1977. Comparative reproductive biology of the lizards, *Japalura swinhonis formosensis*, *Takydromus septentrionalis* and *Hemidactylus frenatus* in Taiwan. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 16(2):107-120.
- CHOU, L.M. 1974. Diet of the common Singapore house gecko, *Hemidactylus frenatus*. *Journal of the Singapore National Academy of Science*, 4(1):11-13.
- CHURCH, G. 1962. The reproductive cycles of the Javense house geckos, *Cosymbotus platyrus*, *Hemidactylus frenatus* and *Peropus mutilatus*. *Copeia*, 2:262-269.
- COLLI, G.; MESQUITA, D.; RODRIGUES, P. & KITAYAMA, K. 2003. Ecology of the gecko *Gymnodactylus gekkoides amarali* in a Neotropical Savanna. *Journal of Herpetology*, 37(4):694-706.
- COX, R.M.; BUTLER, M.A. & JOHN-ALDER, H.B. 2007. The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. In: Fairbairn, D.; Blanckenhorn, W. & Székely, T. (Eds.). *Sex, Size and Gender Roles: Evolutionary Studies of Sexual Size Dimorphism*. Oxford, Oxford University Press. Chapter 4, p. 38-49.
- DI RIENZO, J.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M. & ROBLEDO, C.W. 2013. InfoStat Versión 2013. Córdoba, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- DIÁZ, J.; DÁVILA, S.; ALVAREZ, D. & SAMPEDRO, A. 2012. Dieta de *Hemidactylus frenatus* (Sauria: Gekkonidae) en un área urbana de la región Caribe colombiana. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 28(3):613-616.
- DOUGHTY, P. 1997. The effects of "Fixed" clutch sizes on lizard life-histories: reproduction in the Australian Velvet Gecko, *Oedura lesueuri*. *Journal of Herpetology*, 31(2):266-272.
- FARR, W. 2011. Distribution of *Hemidactylus frenatus* in Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 56(2):265-273.
- GALINA-TESSARO, P.; ORTEGA-RUBIO, A.; ÁLVAREZ-CÁRDENAS, S. & ARNAUD, D. 1999. Colonization of Socorro Island (Mexico), by the tropical house gecko *Hemidactylus frenatus* (Squamata: Gekkonidae). *Revista de Biología Tropical*, 47(1-2):237-238.
- GUILLOT, C. 2005. *Entomology*. 3.ed. Dordrecht. 831p.

- HAMMER, O.; HARPER, D. & RYAN, P. 2001. PAST: Paleontological statistical software package for education and data analysis (Version 2.08b). *Paleontologia electronica*, 4:1-9.
- HIJMANS, R.; CAMERON, S.; PARRA, J.; JONES, P. & JARVIS, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25:1965-1978.
- HIJMANS, R.J.; GUARINO, L.; BUSSINK, C.; MATHUR, P.; CRUZ, M.; BARRENTES, I. & ROJAS, E. 2004. *Diva-Gis Version 5.0. A geographic information system for the analysis of species distribution data*. Disponível em: [www.diva-gis.org](http://www.diva-gis.org). Acesso em: 15/07/2013.
- HOSKIN, C. 2011. The invasion and potential impact of the Asian House Gecko (*Hemidactylus frenatus*) en Australia. *Austral Ecology*, 36(3):240-251.
- HUEY, R. & PIANKA, E. 1981. Ecological consequences of foraging mode. *Ecology*, 62(4):991-999.
- HUEY, R.; PIANKA, E. & VITT, L. 2001. How often do lizards "run on empty"? *Ecology*, 82(1):1-7.
- KRAUS, F. 2009. *Alien reptiles and amphibians: a scientific compendium and analysis*. Honolulu, USA, Springer. 563p.
- KUEHL, R. 2001. *Diseño de experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigaciones*. 2.ed. Mexico, International Thomson Editores, S.A. 666p.
- LICHT, P. & GORMAN, G. 1970. Reproductive and fat cycles in Caribbean *Anolis* lizards. *University of California Publications in Zoology*, 95:1-52.
- LIN, J.Y. & CHENG, H.Y. 1984. Ovarian cycle in the house gecko, *Hemidactylus frenatus*, in Taiwan with reference to food stress in winter. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 23(1):21-28.
- LUNA, L.G. 1968. *Manual of Histological Staining: Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. 3.ed. New York, McGraw-Hill. 258p.
- McKAY, J. & PHILLIPS, B. 2012. Climatic determinants of the reproductive timing in the Asian house gecko, *Hemidactylus frenatus* Duméril and Bibron (Gekkonidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 60(2):583-588.
- MAGNUSSON, W.; LIMA, A.; ALVES, W. & ARAUJO, M. 2003. Use of geometric forms to estimate volume of invertebrates in ecological studies of dietary overlap. *Copeia*, 2003:13-19.
- MARCELLINI, D.L. 1977. The function of a vocal display of the lizard *Hemidactylus frenatus* (Sauria: Gekkonidae). *Animal Behaviour*, 25:414-417.
- MIRANDA, G. & ANDRADE, V. 2003. Seasonality in diet, perch use, and reproduction of the gecko *Gonatodes humeralis* from eastern Brazilian Amazon. *Journal of Herpetology*, 37(2):433-438.
- MITCHELL, J.; GROVES, J. & WALLS, S. 2006. Keratophagy in reptiles: review, hypotheses, and recommendations. *South American Journal of Herpetology*, 1(1):42-53.
- NEWBERRY, B. & JONES, D.N. 2007. Presence of Asian house gecko *Hemidactylus frenatus* across an urban gradient in Brisbane: influence of habitat and potential for impact on native gecko species. In: Lunney, D.; Eby, P.; Hutchings, P. & Burgin, S. (Eds.). *Pest or Guest: The Zoology of overabundance*. New South Wales, Royal Zoological Society of New South Wales. p. 59-65.
- OTA, H. 1994. Female reproductive cycles in the northernmost populations of the two gekkonid lizards, *Hemidactylus frenatus* and *Lepidodactylus lugubris*. *Ecological Research*, 9:121-130.
- PINKAS, L.; OLIPHANT, M. & IVERSON, Z. 1971. Food habits of Albacore Bluefin Tuna and Bonito in California waters. *Fish Bulletin*, 152:1-105.
- POLIS, G. & MYERS, C. 1985. A survey of intraspecific predation among reptiles and amphibians. *Journal of Herpetology*, 19(1):99-107.
- RAMÍREZ-SANDOVAL, E.; RAMÍREZ-BAUTISTA, A. & VITT, L. 2006. Reproduction in the Lizard *Phyllodactylus lanei* (Squamata: Gekkonidae) from the Pacific coast of Mexico. *Copeia*, 2006(1):1-9.
- RAMOS-PALLARES, E.; SERRANO-CARDOZO, V. & RAMÍREZ-PINILLA, M.P. 2010. Reproduction of *PtychoGLOSSUS bicolor* (Squamata: Gymnophthalmidae) in an Andean coffee shade plantation in Colombia. *South American Journal of Herpetology*, 5(2):143-150.
- ROCHA, C.F.D. & ANJOS, L.A. 2007. Feeding ecology of a nocturnal invasive alien lizard species, *Hemidactylus mabouia* Moreau de Jonnès, 1818 (Gekkonidae), living in an outcrop rocky area in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67(3):485-491.
- SABATH, M. 1981. Gekkonid lizards of Guam, Mariana Islands: reproduction and habitat Preference. *Journal of Herpetology*, 15(1):71-75.
- SAENZ, D. 1996. Dietary overview of *Hemidactylus turcicus* with possible implications of food partitioning. *Journal of Herpetology*, 30(4):461-466.
- SALES, R.; RIBEIRO, L.; JORGE, J. & FREIRE, E. 2012. Feeding habits and predator-prey size relationships in the whiptail lizard *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae) in the Semiarid Region of Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 7(2):149-156.
- SANTANA, G.; VASCONCELLOS, A.; GADELHA, Y.; VIEIRA, W.; ALMEIDA, W.; NÓBREGA, R. & ALVES, R. 2010. Feeding habits, sexual dimorphism and size at maturity of the lizard *Cnemidophorus ocellifer* (Spix, 1825) (Teiidae) in a reforested restinga habitat in Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70(2):409-416.
- SERRANO-CARDOZO, V.H.; RAMÍREZ-PINILLA, M.P.; ORTEGA, E. & L.A. CORTES. 2007. Annual reproductive activity of *Gonatodes albogularis* (Squamata: Gekkonidae) living in an anthropic area in Santander, Colombia. *South American Journal of Herpetology*, 2(1):31-38.
- SHERBROOKE, W. 1975. Reproductive cycle of a tropical teiid lizard, *Neusticurus eclepsois* Cope, in Peru. *Biotropica*, 7(3):194-207.
- SIMMONS, J. & MUÑOZ-SABA, Y. 2005. *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia-Conservación Internacional. 288p.
- TKACZENKO, G.K.; FISCHER, A.C. & WETERINGS, R. 2014. Prey preference of the Common House Geckos *Hemidactylus frenatus* and *Hemidactylus platyurus*. *Herpetology Notes*, 7:483-488.
- TYLER, M.J. 1961. On the diet and feeding habits of *Hemidactylus frenatus* (Dumeril and Bibron) (Reptilia: Gekkonidae) at Rangoon, Burma. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 84:45-49.
- VITT, L.J. 1986. Reproductive tactics of sympatric gekkonid lizards with a comment on the evolutionary and ecological consequences of invariant clutch size. *Copeia*, 1986(3):773-786.
- VROONEN, J.; VERVUST, B.; FULGIONE, D.; MASELLI, V. & DAMME, R. 2012. Physiological colour change in the Moorish gecko, *Tarentola mauritanica* (Squamata: Gekkonidae): effects of background, light, and temperature. *Biological Journal of the Linnean Society*, 107(1):182-191.
- ZAR, J. 2010. *Biostatistical analysis*. 5 ed. New Jersey, Prentice Hall. 944p.
- ZUG, G.; VINDUM, J. & KOO, M. 2007. Burmese *Hemidactylus* (Reptilia: Squamata, Gekkonidae): taxonomic notes on tropical Asian *Hemidactylus*. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 58(19):387-405.