



ARTÍCULO DE REVISIÓN

***Anolis sagrei* (Reptilia: Polychrotinae): exitoso e invasor**

Anolis sagrei (Reptilia: Polychrotinae): successful and invasive

Ana Clara Sanz Ochotorena*, Yamilka Rodríguez Gómez

Facultad de Biología
Universidad de La Habana

* Autor para correspondencia:
anita@fbio.uh.cu

Anolis sagrei es una lagartija de tamaño mediano, moderadamente robusta con hocico corto, cola y garras largas. Su distribución es notable entre los anolinos y es el más exitoso colonialista del género, considerado invasor por su rápida expansión en Estados Unidos (Campbell 1996, Stacey 2006) y ha llegado incluso a Asia donde desplaza a especies nativas y genera preocupación y alarma sobre el equilibrio ecológico (Norval *et al.*, 2012a). Su fama ya es como una especie invasora que aparentemente ha provocado el declive de la lagartija verde (*Anolis carolinensis*) en Florida y donde se estableció firmemente al alimentarse de las crías de este último (Kraus 2009; Meshaka 2011). En el sur de Taiwan, Huang *et al.* (2008) encontraron que *A. sagrei*, introducido a la isla desde 2000, puede alterar significativamente la estructura de la comunidad de hormigas en las plantaciones de palma betelnut ya sea por depredación directa de los lagartos o indirectamente provocando que las hormigas trasladen sus sitios de forrajeo. De alguna manera su éxito debe estar relacionado con su estrategia reproductiva, y la posibilidad de esta especie de dejar más descendientes y mejor adaptados, por lo cual en este artículo se analizan algunos atributos de *A. sagrei* que permitan explicar su plasticidad y adaptabilidad.

Este lagarto tiene sus dedos largos y presenta reducidas las almohadillas de los dedos de las patas lo cual es una adaptación muy adecuada para correr y saltar (Williams 1983, Campbell 2002). Según Williams (1972) quien introdujo el concepto, después ampliado por el propio autor (Williams 1983) y retomado por Rodríguez-Schettino (1999), *A. sagrei* pertenece al ecomorfo tronco-suelo y frecuentemente está expuesto al sol. Un aspecto notable de los anolinos del ecomorfo tronco-suelo de Cuba es que en numerosas localidades, muchas de sus especies viven en simpatria (Rodríguez-Schettino 1999, Rodríguez-Schettino *et al.*, 2010, Cádiz *et al.*, 2013)

Su color es variable, desde gris claro a carmelita oscuro, a menudo presenta manchas irregulares en el dorso, patrones de motas o a veces una serie de líneas de color claro; (Figura 1) la cola está comprimida lateralmente. Las

Recibido: 2013-11-12

Aceptado: 2014-04-10



Figura 1: Macho (A) y hembra (B) de *Anolis sagrei* donde se aprecia su color carmelita y diseño dorsal típico.

Figure 1: Male (A) and female (B) of *Anolis sagrei*, showing typical Brown colour and dorsal pattern.

hembras pueden tener una línea clara en la región dorsal o unos rombos (Figura 1B). Una característica destacada de esta especie es la presencia de un pliegue gular de color naranja brillante muy conspicuo (Figuras 1A y 2) el cual es utilizado en los juegos nupciales (Williams, 1983) y que es menos pronunciado en las hembras.

Los machos adultos de esta especie alcanzan una longitud hocico-cloaca (LHC) mayor a 6 cm y un peso de 6-8 g (Campbell, 2002). En una población de La Habana, Cuba, Sanz y Uribe (1999) encontraron machos con tallas de: 6,25 LHC y peso corporal similar a lo informado por aquel autor, de alrededor de 5,94 g. como promedio. Las hembras casi siempre menores, rara vez superan los 5 cm y los 4 g de peso corporal. En una investigación sobre esta especie en Taiwan, Norval *et al.* (2012) informan 3,4 cm de LHC para la menor hembra sexualmente madura y el macho correspondiente midió solo 3,00 cm de longitud.

Sin embargo, a pesar de su tamaño medio, el coefi-

ciente de condición calculado para esta especie que indica cuan robusto es un lagarto acorde a su talla y peso (Andrews *et al.*, 1983) arroja valores que lo sitúan por encima de otros anolinos como *A. porcatius* y *A. lucius* (Sanz *et al.*, 2004)

El frecuentemente llamado en inglés "brown anole" (Nicholson *et al.* 2000) se encuentra desde el sur de Georgia y Florida hasta el extremo sur de México. Se introdujo en los Cayos de Florida a finales de 1800 por medio de cargamentos de barcos que venían de las Antillas y se ha expandido a través de Florida hacia el sur y centro de Estados Unidos (Campbell, 1996). *A. sagrei* es nativo de Cuba, las Bahamas y presumiblemente de Lesser Cayman Islands (Little Cayman y Cayman Brac) según Powell *et al.* (2011). Llegó a México 50 a 60 años atrás, donde se le conoce como lagartija chipoyo (Alvarez-Romero *et al.*, 2005). Además, en el 2002, Campbell notificó que esta especie había colonizado Jamaica, aunque en fecha tan temprana como 1850 Gosse ya había informado su presencia en esa isla. También *A. sagrei* se encuentra en otras islas del



Figura 2: Morfo habitual de macho de *A. sagrei* en posición de atraer a la hembra.

Figure 2: Típical morph of male *A. sagrei* during a display for mate attraction.

Caribe como Granada, (Greene *et al.*, 2002 y Kolbe *et al.*, 2004); y en San Vicente y San Martín (Powell y Henderson, 2009). En Hawai también está muy bien establecida (Mautz *et al.*, 2011). Existen poblaciones en los estados del sureste de Estados Unidos, como Georgia, incluso una población aislada de *A. sagrei* fue avistada en el área de Houston, Texas. (Parmley 2002). La base de datos online ISSG (2012) incluye a Belize, Santa Lucía y Taiwan como parte del rango de extensión de esta lagartija y Tian y Lim (2013) informan que *A. sagrei* ya ha invadido el propio continente asiático y está en Singapur.

Se han identificado seis subespecies incluyendo dos de Cuba (*Anolis sagrei sagrei* y *Anolis sagrei greyi* la cual habita en Camaguey) y la de Bahamas (*A. sagrei*

ordinatus) (Schwartz y Henderson 1991, Estrada 2012). Aunque las subespecies tanto las de Cuba como la de Bahamas se introdujeron en la Florida, las identidades genéticas de estos linajes se perdieron con el cruzamiento entre ambas (Lee, 1985). Debe mencionarse que Nicholson *et al.* (2012) proponen una nueva clasificación para el género *Anolis* en la cual elevan ocho linajes a géneros y *Anolis sagrei* según esta clasificación sería *Norops sagrei*. No obstante, Poe (2013) refuta los postulados de Nicholson *et al.* (2012) y considera innecesarios los nuevos géneros con lo cual *Anolis sagrei* volvería a ser el mismo.

No puede dejar de mencionarse que el género *Anolis* es uno de los más numerosos entre los géneros de vertebrados y contiene casi 400 especies. La filogenia molecular ha demostrado la convergencia en el desarrollo de las especies del Caribe, en la Española, Cuba, Jamaica y Puerto Rico cuya radiación adaptativa ha sido muy similar y particular de modo que cada isla tiene su propia fauna de *Anolis* (Sanger *et al.*, 2008),

Este lagarto que vive en un entorno semitropical con una humedad entre el 60% y 80% y temperaturas hasta 27 °C y más, se ha descrito como de hábitat generalista que habitualmente prefiere andar en la vegetación abierta de sitios perturbados, en las zonas urbanizadas tanto como en zonas húmedas, boscosas y marca su territorio entre arbustos, cercas, enredaderas y árboles (Campbell, 2002). En un estudio realizado en Soroa, al este de Cuba, por Rodríguez-Schettino *et al.* (2010) entre 11 especies simpátricas solamente *A. sagrei*, mostró temperaturas medias corporales mayores de 30°C. Estos hallazgos son consistentes con el trabajo de Hertz, *et al.* (2013) sobre la asincronía en la evolución de la fisiología termal y la morfología en lagartos del género *Anolis*, quienes encontraron temperaturas similares para *A. sagrei*.

En cuanto a su alimentación, en poblaciones de la Florida las observaciones de campo y los experimentos de laboratorio han demostrado que *A. sagrei* depreda directamente a otros pequeños vertebrados, incluyendo crías del lagarto verde, *A. carolinensis*. (Campbell y Gerber, 1996; Campbell, 2000). Wardle (2002) informa que la actividad de alimentación de *A. sagrei* es tan intensa que puede reducir el número y la diversidad de las poblaciones de arañas que ingiere, aunque Campbell (2002) ha sugerido que el impacto global del lagarto en las poblaciones de estas presas es probablemente demasiado pequeño para ser considerado importante. Pero además de arañas consu-

me muchas hormigas, cucarachas y escarabajos (Lee, 1996) y también ejerce el canibalismo (Nicholson *et al.*, 2000, Henderson y Powell, 2009).

La forma de explotar el nicho alimentario de *A. sagrei* fue bien documentada por Berovides y Sampedro (1980) en una investigación en la cual se comparaba con otros lagartos anolinos y Sampedro *et al.* 1997 en una población de La Habana. Los autores hallaron que este lagarto manifiesta gran diversidad en su alimentación y una gran amplitud del nicho. Lo cual indica una mayor tolerancia ecológica para esta especie y pudiera explicar en parte su éxito ecológico en Cuba.

Además, se realizó un estudio filogenético (Knouft *et al.*, 2006) sobre la evolución del nicho durante la radiación del grupo *Anolis sagrei*, el cual agrupa 15 especies del ecomorfo tronco-suelo, basado en 1500 pares de bases de ADN mitocondrial y los resultados indican que no existe una relación general entre la similitud filogenética y la similitud del nicho. Esto no contradice el hecho que *A. sagrei* explota el nicho con una gran eficiencia y por su plasticidad y carácter invasor se ha utilizado como modelo biológico para intentar comprender su ecología, conducta y evolución (Woodward y Quinn 2103).

La reproducción de *A. sagrei* es muy exitosa y la morfología de su sistema reproductor apoya su eficiencia reproductiva. En los años noventa y primeros del siglo XXI, destacaban las investigaciones sobre la estrategia reproductiva de esta especie y su poliginia

(Tokarz, 1998, 1999, 2002). Igualmente *A. sagrei* ha demostrado una gran plasticidad en su ciclo reproductivo al adaptarse tanto a condiciones ambientales naturales (Lee *et al.*, 1989; Sanz y Uribe, 1999; Norval *et al.*, 2012 b), como de laboratorio (Brown y Sexton, 1973).

A. sagrei tiene atributos que le posibilitan conducirse como un reproductor exitoso dejando una gran descendencia lo cual unido a su fortaleza y capacidad de adaptación explican su expansión. A lo largo de los años, varias investigaciones han permitido a las autoras del presente trabajo sugerir que la morfología de las gónadas del macho le facilita una gran producción de espermatozoides. Por ejemplo, el peso de los testículos y el diámetro de estos es superior al de otras especies del género y el área ocupada por los túbulos seminíferos es más extensa en *A. sagrei* (Sanz y Uribe, 1999).

Sobre la producción de espermatozoides, Rodríguez *et al.* (2006) en una investigación en la cual se realizaron conteos de espermatozoides en cinco especies del género (*A. sagrei*, *A. porcatus*, *A. homolechis*, *A. allogus* y *A. allisoni*) el resultado fue que *A. sagrei* producía un mayor número. Esto es otra evidencia de su potencial reproductivo. Rodríguez y Sanz, (2009) al analizar la morfología y ultraestructura del testículo de esta especie (Figura 3) y además del epidídimo (Sanz *et al.*, 2013) (Figura 4) encuentran una notable organización de las células sexuales masculinas en

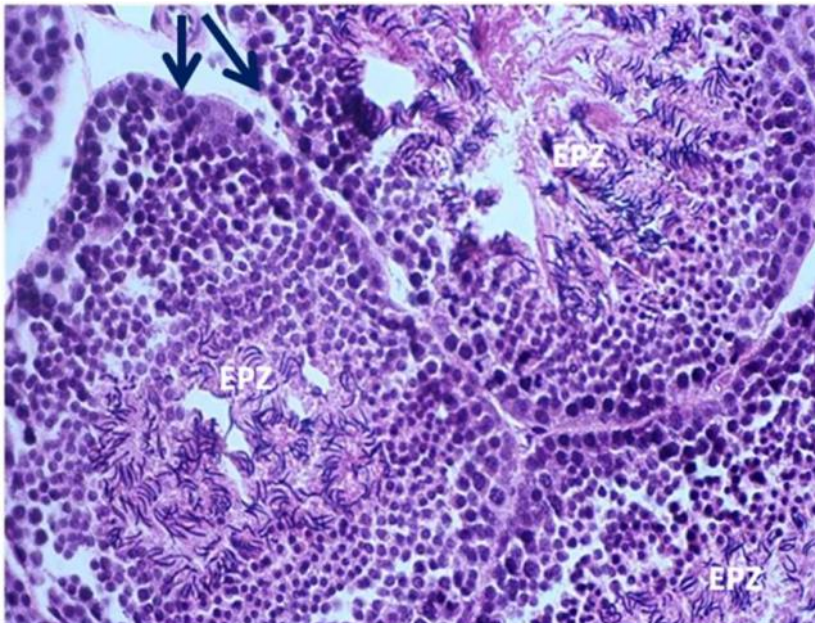


Figura 3: Corte transversal de testículo de *A. sagrei* donde se pueden observar dos túbulos seminíferos y parte de otro llenos de espermatozoides. Se aprecia una organización radial de las células sexuales masculinas en desarrollo. Las flechas indican los túbulos, EPZ= espermatozoides. 400x, H-E

Figure 3: Transversal section of a testicle of *A. sagrei* where two seminifer tubules can be seen and part of another, full of spermatozoid. Note radial organization of sexual male cells in development. Arrows indicate tubules, EPZ= spermatozoid. 400x, H-E.

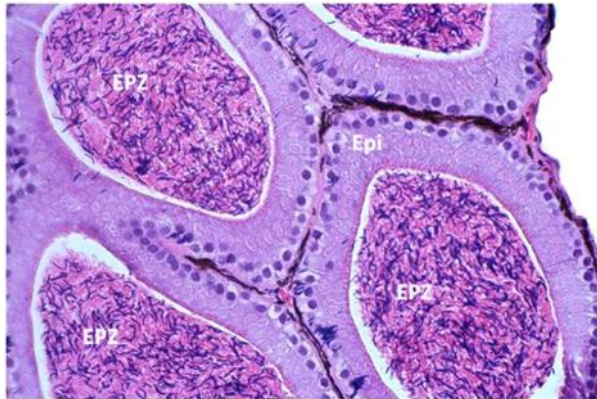


Figura 4: Corte transversal de epidídimo de *A. sagrei*. Observe el lumen lleno de espermatozoides y el epitelio cilíndrico de la pared. EPZ= espermatozoides. CIP = Células epiteliales cilíndricas. 400x, H-E

Figure 4: Transversal section of the epididym of *A. sagrei*. Note the lumen lleno de espermatozoides y el epitelio cilíndrico de la pared. EPZ= espermatozoides. CIP = Células epiteliales cilíndricas. 400x, H-E

desarrollo, considerada radial. Sin embargo, Gribbins (2011) opina que esta es un preludio de la verdadera espermatogénesis radial de los amniotas endotérmicos.

Lo cierto es que por su potencial, y los ciclos reproductivos largos demostrados en Belize (Sexton y Brown, 1977), Florida (Lee *et al.*, 1989), Cuba (Sanz y Uribe, 1999) y Taiwan (Norval *et al.*, 2012 b) y sobre todo la morfología de las gónadas del macho y su producción de espermatozoides le permiten a este lagarto que colonice cualquier territorio y siga extendiéndose por el mundo donde es temido como invasor.

Campbell (1999 y 2002) quien considera que *A. sagrei* es un invasor en la Florida comenta que no se han tomado medidas en Estados Unidos para erradicar o controlar a las poblaciones de esta especie y plantea que su abundancia, fecundidad y hábitos generalistas hacen muy poco probable que se pudiera lograr su control.

Norval *et al.* (2012 a y b), acerca de su investigación sobre la presencia e invasión de *A. sagrei* en Taiwan, son más radicales en sus proposiciones y manifiestan que teniendo en cuenta el potencial de este lagarto de colonizar nuevos territorios, se deben tomar medi-

das drásticas para evitar futuras introducciones de esta especie. El peligro de las especies invasivas sólo es superado por la destrucción del hábitat como la mayor amenaza para la biodiversidad y las estrategias de conservación que tratan de hacer frente a las especies invasoras a menudo se ven obstaculizados por la falta de conocimiento de la historia de la invasión y los cambios en la biología de los organismos invasores en relación con su área de distribución natural (Sakai *et al.*, 2002).

En Cuba *A. sagrei* vive en simpatria con otros anolinos (Sampedro *et al.*, 1997, Rodríguez-Schettino *et al.*, 2010, Cádiz *et al.*, 2013) a lo largo y ancho de todo el archipiélago y precisamente por su adaptabilidad no desplaza a otras especies, al contrario, vive en perfecta armonía con ellas. Su superioridad en términos de éxito reproductivo relacionada a las potencialidades reales de la morfología de las gónadas del macho en poblaciones de Cuba pudieran ser parte de una explicación plausible de su condición invasora en otras latitudes pues lo cierto es que la primera cuestión es comprender porqué algunas especies se convierten en invasoras y otras no.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Romero, J., R. A. Medellín, H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (2005): *Anolis sagrei*. En: Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Andrews, R. M.; A. S. Rand y S. Guerrero (1983): Seasonal and spatial variation in the annual cycle of a tropical lizard. En: Advances in herpetology and evolutionary biology, essays in honor of Ernest E. Williams. A. G. J. Rodin and K. Miyata (Eds.). Mus. Comp. Zool.; Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
- Berovides, V.; Sampedro A. (1980): Competición en especies de lagartos iguánidos de Cuba. Ciencias Biológicas 5:115-122
- Brown, K. M. y O. J. Sexton (1973): Stimulation of reproductive activity of female *Anolis sagrei* by moisture. Physiol Zoo. 46: 168-172.
- Cádiz, A, N. Nagata, M. Katabuchi, L.M. Díaz, L. Echenique, H. Akashi. T. Makino y M. Kawata (2013): Relative importance of habitat use, range expansion, and speciation in local species diversity of *Anolis* lizards in Cuba. Ecosphere. Art 78 33pp

- Campbell T. S. (1999): Consequences of the Cuban brown anole invasion: it's not easy being green. *Anolis Newsletter* V: 12-21.
- Campbell T. S. (2002): The Brown Anole (*Anolis sagrei* Dumeril and Bibron 1837). The Institute for Biological Invasions: The Invader of the Month, February 2001. (Available online).
- Campbell T.S y G. Gerber (1996): Natural History: *Anolis sagrei*: Saurophagy. *Herp. Rev.* 27:106. Cochran P.A. 1.
- Campbell T.S. (1996): Northern range expansion of the brown anole *Anolis sagrei* in Florida and Georgia. *Herp. Review* 27:155-157.
- Campbell T.S. (2000): Analyses of the effects of an exotic lizard (*Anolis sagrei*) on a native lizard (*Anolis carolinensis*) in Florida, using islands as experimental units. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Tennessee, Knoxville, TN.
- Gosse, P.H. (1850) Description of a new genus and six new species of saurian reptiles. *Annals and Magazine of Natural History, Ser. 2*(6), 344–348.
- Greene, B. T., D. T. Yorks, J. S. Parmerlee, R. Powell, y R. W. Henderson. (2002): Discovery of *Anolis sagrei* in Grenada with Comments on Its Potential Impact on Native Anoles. *Caribbean Journal of Science* 38:270-272.
- Gribbins K. M. (2011): Reptilian spermatogenesis: A histological and ultrastructural perspective *Spermatogenesis* 1:3, 250-269; *Bioscience*
- Henderson, R. W. y R. Powell (2009): Natural History of West Indian Reptiles and Amphibians. University Press of Florida, Gainesville, 496 p.
- Huang, S.-C., G. Norval y I.-M. Tso, 2008. Predation by an exotic lizard, *Anolis sagrei*, alters the ant community structure in betelnut palm plantations in southern Taiwan. *Ecological Entomology*, 33: 569–576.
- Invasive Species Specialist Group –IUCN/ISSG- (2012) online acceso 21 de octubre 2013 www.issg.org
- Kolbe J.J., R.E. Glor, L.R. Schettino, A. C. Lara, A. Larson, y J. B. Losos (2004): Genetic variation increases during biological invasion by a Cuban lizard. *Nature* 431:177-181.
- Knouft, J. H., J. B. Losos, R. E. Glor y J. J. Kolbe (2006): Phylogenetic analysis of the evolution of the niche in lizards of the *Anolis sagrei* group. *Ecology*, 87(7 Suppl):S29-38.
- Kraus, F. (2009): Alien Reptiles and Amphibians: A Scientific Compendium and Analysis. Springer Science and Business Media B. V. xii + 563 pp.
- Lee J. C. (1985): *Anolis sagrei* in Florida: Phenetics of a colonizing species I. Meristic characters. *Copeia* 1985:182-194.
- Lee J. C., D. Clayton, S. Eisenstein y I. Perez. (1989): The reproductive cycle of *Anolis sagrei* in southern Florida. *Copeia* 1989: 930 - 937.
- Lee, J. C. (1996): The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula. Comstock Publishing Associates Cornell University Press. Ithaca, Nueva York, EUA.
- Mautz, W. J. y H. B. Shaffer. (2011): Colonization of Hawaii Island by the Brown Anole (*Anolis sagrei*). *Herpetological Review* 42: 508-509.
- Nicholson K. E., A. V. Paterson y P.M. Richards. (2000): *Anolis sagrei* (brown anole) cannibalism. *Herpetological Review* 31:173-174.
- Nicholson, K. E., B. Crother, C. Guyer y J.M. Savage (2012): It is time for a new classification of anoles (Squamata: Dactyloidae) *Zootaxa* 3477: 1–108
- Norval G., S. R. Goldberg y J.J. Mao (2012): The Reproductive Cycle of the Brown Anole (*Anolis sagrei*), an Introduced Lizard Species in Taiwan. *Russian Journal of Herpetology*. 19(1)
- Norval, G., J.J. Mao, K. Slater. 2012. Description of an observed interaction between an elegant skink (*Plestiodon elegans*) and brown anoles (*Anolis sagrei*) in southwestern Taiwan. *Herpetology Notes* 5: 189–192.
- Parmley D. (2002): Northernmost record of the brown anole (*Anolis sagrei*) in Georgia. *Georgia Journal of Science* 4: 191.
- Poe, S. (2013). 1986 Redux: New genera of anoles (Squamata: Dactyloidae) are unwarranted *Zootaxa* 3626 (2): 295–299
- Rodríguez-Gómez Y. y A. Sanz-Ochotorena (2009): Morfología y ultraestructura de los espermatozoides de dos especies del género *Anolis* (Sauria: Polychrotidae). *Revista TIP* 12(1):12-18.
- Rodríguez-Gómez, Y., A. Sanz-Ochotorena, N. Almaguer Cuenca (2006): El conteo espermático en cinco especies del género *Anolis* (Sauria: Polychrotidae) y su relación con la eficiencia reproductiva. *Biología*. 20(1-2): 76-79
- Rodríguez-Schettino, L (1999): The Iguanid Lizards of Cuba. Edited by Lourdes Rodríguez-Schettino. University Press of Florida 428 pp.

- Rodríguez-Schettino, L, Losos, J.B.; Hertz, P., K. de Queiroz., A. Chamizo, M. Leal y V. Rivalta (2010): The anoles of Soroa : aspects of their ecological relationships. *Breviora*. No 520, 22pp
- Sakai A. K., F.W. Allendorf, J. S. Holt, D.M. Lodge, J. Molfosky, K. A. With, *et al.* (2002). The population biology of invasive species. *Annual Review Ecology and Systematic* 32:305–32
- Sampedro. A., L. Montañez y N. García (1997): Segregación de los subnichos climático, trófico y estructural en lagartos machos del género *Anolis* (Reptilia, Sauria). *Biología*, 11:15-24
- Sanger, T. J, J. B. Losos y J.J. Gibson-Brown (2008): A developmental staging series for the lizard genus *Anolis*: A New System for the Integration of Evolution, Development, and Ecology. *Journal of Morphology* 269:129–137
- Sanz, A y M. C. Uribe (1999): Ciclo gonadal y de los cuerpos grasos de *Anolis sagrei* en Ciudad de La Habana, *Biología* 13 (1):26-31
- Sanz, A, M.C. Uribe y M. Domínguez (2004): Dos índices morfológicos en machos de tres especies del género *Anolis*. *Biología* 18 (1): 96-102.
- Sanz, A.; Y. Rodríguez, M. L. Segura Valdéz, R. Lara-Martínez y L. F. Jiménez-García (2013): Histología y ultraestructura testicular y del epidídimo de *Anolis sagrei* (Sauria: Polychrotidae) *Revista Cubana de Ciencias Biológicas* 2(2): 41-49
- Schwartz A. y R.W. Henderson (1991): *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions, and natural history*. University of Florida Press, Gainesville.
- Sexton, O.J. y K. Brown (1977): The reproductive cycle of an iguanid lizard *Anolis sagrei* from Belize. *J. Nat. Hist.* 11:241-250
- Stacey, V. (2006): *Brown Anole (Anolis sagrei) Natural History Publication Series*. Warnell School of Forestry and Natural Resources. The University of Georgia. NHS 06-06. 9pp
- Tokarz, R (1998): Mating pattern in the lizard *Anolis sagrei*: Implications for mate choice and sperm competition. *Herpetologica* 54 (3):388-394
- Tokarz, R (1999): Relationship between copulation duration and sperm transfer in the lizard *Anolis sagrei*. *Herpetologica* 55: 234-241
- Tokarz, R. (2002): An experimental test of the importance of the dewlap in male mating success in the lizard *Anolis sagrei*. *Herpetologica*. 58: 87-94
- Wardle D.A. (2002): Islands as model system for understanding how species affect ecosystem properties. *Journal of Biogeography* 29:583-591.
- Williams E.E., (1983): Ecomorphs, faunas, island size, and diverse endpoints in island radiations of *Anolis*. En: R. B. Huey, E. R. Pianka y T. W. Schoener (eds.), *Lizard Ecology: Studies of A Model Organism*. pp. 326-370. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Woodward, S. L., J. A. Quinn (2013): *Encyclopedia of Invasive Species: From Africanized Honey Bees to Zebra Mussels*. Volumen 1. ABC –CLIO.217pp.



Editor para correspondencia: Dennis Denis Ávila