

La condición física del lagarto *Anolis cupreus* (Squamata: Dactyloidae) y su relación con la estructura del hábitat durante la estación seca

José M. Serrano^{1,2}

¹ Posgrado, Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México.

² Programa de Fisiología y Biofísica, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Casilla 70005, Correo 7, Santiago, Chile.

Recibida: 15 Mayo 2018

Revisada: 29 Mayo 2018

Aceptada: 21 Agosto 2018

Editor Asociado: S. Valdecantos

doi: 10.31017/CdH.2018.(2018-014)

ABSTRACT

Physical condition of the lizard *Anolis cupreus* (Squamata: Dactyloidae) and its relation to the habitat structure during dry season. In this study it was evaluated whether physical condition of a lizard is influenced by the structure of arboreal habitat used in foraging behavior during the dry season in a population of Palo Verde, Costa Rica. Although males were larger in size and weight, females had higher body condition. Habitat structure as well as differences in foraging behavior apparently determined these differences in the lizard.

Key Words: Sexual dimorphism; Foraging behavior; Dry forest, Palo Verde, Costa Rica.

El estado fisiológico durante condiciones adversas como la sequía es crítico para los organismos que habitan en ecosistemas marcadamente estacionales. En esta situación, la estrategia de forrajeo menos costosa para algunos reptiles como los lagartos es sentarse y esperar para capturar presas (Losos, 1990; Méndez de la Cruz *et al.* 1992). Dicha estrategia es utilizada por las lagartijas del género *Anolis* en ecosistemas selváticos donde la estacionalidad de las lluvias modifica la disputa por territorios utilizados para el forrajeo (Fitch, 1973; Fleming y Hooker, 1975; Moermond, 1979; Bradford y García-Aguayo, 1992). Sin embargo, poco se sabe sobre las condiciones en las que muchos animales sobreviven la estación seca en hábitats marcadamente estacionales, donde la distribución de los recursos está cíclicamente limitada (Dirzo *et al.*, 2011).

La condición física es un índice indirecto que permite conocer el estado nutricional de un individuo a partir de la estimación de la cantidad de reservas energéticas almacenadas en la estructura física (Chastel *et al.*, 1995). Para este fin, la condición física se ha estimado de diversas formas, incluyendo el análisis de residuales de la relación masa-tamaño y masa-volumen (Genevois y Bretagnolle, 1994; Jakob *et al.*, 1996; Benard, 2007). Sin embargo, la estimación de las relaciones clásicas de masa-tamaño suelen subestimar las diferencias de la densidad de nutrientes obtenida en lapsos determinados de

forrajeo (Moya-Laraño *et al.*, 2008; Salvador *et al.*, 2008). Diversos estudios han mostrado que la condición física de las lagartijas puede ser afectada por el deterioro del hábitat (Amo *et al.*, 2007), el ataque de depredadores (Martín y López, 1999) y el estrés por el paso de turistas (Amo *et al.*, 2006).

Durante febrero de 2008, en un área de selva baja caducifolia dentro del Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica (10°31'15.22"N; 85°15'17.17"O), se evaluó en una población de *Anolis cupreus* si la condición física varía para cada sexo y qué relación tiene la estructura del hábitat arbóreo de percha sobre los machos. Por medio de captura manual sobre los árboles de percha en el sotobosque, se registró el sexo, longitud hocico-cloaca (LHC), peso, dirección en que se encontraba perchando (con el hocico hacia arriba o hacia abajo), la altura de percha, la presencia o ausencia de raíces sobresalientes en la base y la circunferencia a la altura del pecho de los árboles de percha. El sexo fue identificado a partir de la presencia o ausencia de gula en machos y hembras, respectivamente. La condición física fue calculada dividiendo la raíz cúbica del peso de cada individuo sobre su LHC (Genevois y Bretagnolle, 1994; Benard, 2007). Este índice fue utilizado debido a que estima de manera simple la relación de densidad masa-volumen al asumir que la condición física es un predictor de la reserva energética (Moya-Laraño *et al.*, 2008) y a que ha sido útil para mostrar

diferencias (Genevois y Bretagnolle, 1994).

Para analizar las diferencias entre machos y hembras se compararon el tamaño, peso, condición física, circunferencia y altura de la percha utilizando al sexo como factor de comparación mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. La presencia de raíces en los árboles de percha usada por machos y hembras se comparó mediante la prueba de Chi². Posteriormente, se computarizaron modelos lineales generalizados (GLM) con error Gamma y enlace inverso para analizar la relación entre condición física como variable de respuesta, y la circunferencia, la altura de la percha y la presencia/ausencia de raíces en la base del árbol como variables descriptivas. Todos los análisis fueron computarizados mediante el software R x64 3.0.2 (<http://www.r-project.org>).

En un total de 36 machos y nueve hembras de *A. cupreus*, se encontró que ambos sexos difirieron en tamaño LHC, peso y condición física (Tabla 1). Respecto a la estructura del hábitat y su uso, se encontró que la presencia de raíces en la base del árbol de percha difirió entre sexos, pero no la circunferencia o altura en que estos perchaban (Tabla 1). La exploración visual de los residuales confirmó el cumplimiento de los supuestos del modelo pese al desbalance entre el número de individuos de cada sexo.

Por otro lado, el GLM indicó que la condición física de los machos puede ser explicada en un 0.59 de su devianza por la altura de percha, la circunferencia del árbol y la presencia de refugio en la base del árbol ($R^2 = 0.37$, $p < 0.05$). Dentro del modelo, la

condición física aumentó cuando los machos perchaban en bajas alturas del árbol ($t = -2.31$, $p < 0.05$), en árboles de mayor circunferencia ($t = 2.78$, $p < 0.05$) y cuando no hubo raíces en el árbol de percha ($t = -2.23$, $p < 0.05$). En el caso de las hembras no fue posible realizar un análisis respecto a la influencia de las características del hábitat sobre su condición física debido al bajo número de capturas. Sin embargo, las comparaciones entre los sexos mostraron que las hembras tienen mayor condición física que los machos y utilizan con mayor frecuencia árboles sin refugio en la base del árbol (Tabla 1).

En *A. cupreus* la condición física difirió entre los sexos, lo cual de acuerdo a los resultados obtenidos podría estar influenciado por la estructura del hábitat. Ambos sexos prefieren perchar en árboles de circunferencia media y a una altura cercana al nivel del suelo, aunque son los machos aquellos que suelen ocupar árboles con raíces en la base. Aunque es posible que otros factores como el riesgo de depredación o los conflictos intra-sexuales podrían influenciar de forma considerable en la condición física observada, durante la realización de este estudio no se observaron conductas agresivas entre machos. Sin embargo, es posible que los conflictos entre machos ocurran con menos frecuencia debido al costo que representan y a los bajos niveles hormonales durante la estación seca (Losos, 1990).

El dimorfismo de la condición física es esperable si se asume que ocurrirá asignación diferencial para la reproducción en la estación húmeda, es decir, que las hembras requieran de almacenar mayor cantidad de energía en cuerpos grasos que los machos

Tabla 1. Diferencias entre las características físicas y estructura de la percha entre hembras y machos de *Anolis cupreus*. En paréntesis se indica el promedio y la desviación estándar para cada rango de datos. * El valor entre paréntesis indica número de individuos. El valor de U corresponde al estadístico de la prueba de Mann-Whitney, excepto en ** donde corresponde al valor de Chi cuadrado.

Características	♀ n= 9	♂ n = 36	U	P
LHC (cm)	29.2 - 38.8 (34.9 ± 2.9)	30.5 - 46.8 (41.2 ± 4.7)	44	<0.002
Peso (g)	1 - 2.2 (1.9 ± 0.5)	1 - 4 (2.7 ± 0.8)	26	0.022
Condición física	3.8 E-05 - 5.2 E-05 (4.4 E-05 ± 5.5 E-06)	2.7 E-05 - 5.0 E-05 (3.7 E -05 ± 5.8 E-06)	114	0.017
Circunferencia de percha (cm)	7 - 110 (25.4 ± 34.4)	2 - 205 (43 ± 50.4)	89	0.192
Altura en la que percha (cm)	15 - 70 (35 ± 19.1)	10 - 110 (54 ± 28.6)	70	0.092
Presencia de raíces en la base del árbol de percha	Si (1) * No (6)*	Si (19) * No (12)*	5.06**	0.02

(Méndez de la Cruz *et al.*, 1992). De manera similar, la diferencia en la condición física en *A. cupreus* está también relacionada con estrategias de forrajeo distintas entre los sexos, tal como ocurre en otras especies del género *Anolis* en hábitats estacionales. Por ejemplo, las hembras de *A. nebulosus* pasan mayor tiempo forrajeando con respecto a los machos, tanto en la estación húmeda como en la estación seca (Bradsford y García-Aguayo, 1992). En el caso de *A. cupreus*, se sabe que las hembras capturan mayor número de presas y de menor volumen con respecto a los machos durante la época seca (Fleming y Hooker, 1975). El tiempo de forrajeo y el tipo de perchas que utiliza cada sexo representarían por lo tanto un compromiso entre los sexos de *A. cupreus* (Moermond, 1979; Losos, 1990).

El presente estudio demuestra que la condición física cada sexo puede ser consecuencia de un uso diferencial de microhábitat, posiblemente asociado a distintas estrategias forrajeo. Estudios sobre la conducta de forrajeo y hábitos alimenticios serían necesarios para comprender mejor las características que influyen en la variación en la condición física de esta lagartija.

Agradecimientos

El presente estudio se realizó gracias a la beca parcial de la Organización de Estudios Tropicales para asistir al curso "Ecología Tropical & Conservación" y a la beca de Maestría CONACyT-México (N° 204479). Los animales estudiados no fueron sometidos a ningún procedimiento que representara riesgo o manipulación que requiriese de permisos o reportes éticos en Costa Rica, país donde fue realizado el estudio. La revisión anónima de dos revisores permitió mejorar la versión final de este manuscrito.

Literatura citada

Amo, L.; López, P. & Martín, J. 2006. Tourism as a form of predation risk affects body condition and health state of *Podarcis muralis* lizards. *Biological Conservation* 131: 402-409.

- Amo, L.; Lopez, P. & Martín, J. 2007. Habitat deterioration affects body condition of lizards: a behavioral approach with *Iberolacerta cyreni* lizards inhabiting ski resorts. *Biological conservation* 135: 77-85.
- Benard, M.P. 2007. Predators and mates: conflicting selection on the size of male pacific treefrogs (*Pseudacris regilla*). *Journal of Herpetology* 41: 317-320.
- Bradford, C.L. & García-Aguayo, A. 1992. Seasonality, predation, and the behaviour of a tropical mainland Anole. *The Journal of Animal Ecology* 61: 717-733.
- Chastel, O.; Weimerskirch, H. & Jouventin, P. 1995. Body condition and seabird reproductive performance: a study of three petrel species. *Ecology* 76: 2240-2246.
- Dirzo, R.; Young, H.S.; Mooney, H.A. & Ceballos, G. 2011. Seasonally dry tropical forest: ecology and conservation. Island Press, Washington.
- Fitch, H.S. 1973. Observations on the population ecology of the central american iguanid lizard *Anolis cupreus*. *Caribbean Journal of Science* 13: 215-229.
- Fleming, T.H. & Hooker, R.S. 1975. *Anolis cupreus*: the response of a lizard to tropical seasonality. *Ecology* 26: 1243-1261.
- Genevois, F. & Bretagnolle, V. 1994. Male blue petrels reveal their body mass when calling. *Ethology Ecology & Evolution* 6: 377-383.
- Martín, J. & López, P. 1999. An experimental test of the costs of antipredatory refuge use in the wall lizard, *Podarcis muralis*. *Oikos* 84: 499-505
- Méndez-de la Cruz, F.R.; Casas-Andreu, G. & Villagran-Santa Cruz, M. 1992. Variación anual en la alimentación y condición física de *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae) en la Sierra del Ajusco, Distrito Federal, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 37: 349-355.
- Moya-Laraño, J.; Macías-Ordóñez, R.; Blanckenhorn, W.U. & Fernández-Montraveta, C. 2008. Analysing body condition: mass, volume or density? *Journal of Animal Ecology* 77: 1099-1108.
- Losos, J.B. 1990. Concordant evolution of locomotor behaviour, display rate and morphology in *Anolis* lizards. *Animal Behaviour* 39: 879-890.
- Moermond, T.C. 1979. The influence of habitat structure on *Anolis* foraging behavior. *Behaviour* 70: 147-167.
- Rand, A.S. 1964. Ecological distribution in anoline lizards of Puerto Rico. *Ecology* 45: 745-762.
- Salvador, A.; Díaz, J. A.; Veiga, J. P.; Bloor, P. & Brown, R.P. 2007. Correlates of reproductive success in male lizards of the alpine species *Iberolacerta cyreni*. *Behavioral Ecology* 19: 169-176.

