

## Comparación de caracteres corporales y del veneno de *Bothrops alternatus* entre poblaciones de las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos, Argentina

Adolfo Rafael de Roodt<sup>1,2</sup>, Laura Cecilia Lanari<sup>2</sup>, Rodrigo Daniel Laskowicz<sup>2</sup>, Sandra Botassi<sup>3</sup>, Daniela Marisa Rocco<sup>1</sup>, Vanessa Costa de Oliveira<sup>1</sup>, Pablo Ignacio Regner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Toxinopatología, Centro de Patología Experimental y Aplicada, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Uriburu 950, 5º Piso, Lab. 555 (C1114AAD) Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Área Investigación y Desarrollo/Serpentario, Instituto Nacional de Producción de Biológicos, Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud, Ministerio de Salud de la Nación, Av. Vélez Sarsfield, 563 (1281) Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Parque La Máxima, Municipalidad de Olavarría, Prov. de Buenos Aires.

Recibido: 10 Agosto 2011

Revisado: 24 Octubre 2011

Aceptado: 11 Noviembre 2011

Editor Asociado: M. Vaira

### RESUMEN

Comparamos caracteres corporales y producción de veneno de ejemplares de *Bothrops alternatus* de una población aislada geográficamente (Olavarría, región de Tandilia, Buenos Aires) con otra en su área de distribución continua de Concordia (Entre Ríos). Estudiamos el largo corporal, peso, separación entre dientes inoculadores, cantidad de veneno y de proteínas en el veneno por ejemplar. No se hallaron diferencias en los caracteres estudiados entre ambas poblaciones ( $p > 0.05$ ). Las hembras fueron mayores que los machos en ambas muestras, entre un 12-18% ( $p < 0.05$ ) respecto al largo corporal, y entre 38-57% respecto al peso. No se hallaron diferencias significativas entre los ejemplares de ambas localidades en la cantidad de veneno obtenido respecto a su materia seca ( $p > 0.5$ ; Olavarría:  $142 \pm 65$  mg/animal, Concordia:  $160 \pm 80$  mg/animal), aún ajustando la cantidad de veneno producida respecto al tamaño, mediante el cociente veneno/largo corporal ( $p > 0.6$ ). Tampoco hubo diferencias en el contenido proteico, siendo para ambas muestras de  $0.697 \pm 0.096$  mg de proteínas/mg de veneno seco. Nuestros datos sugieren que los ejemplares de la población aislada de Tandilia no presentan variaciones en el tamaño corporal o en la cantidad de veneno producida, respecto a los ejemplares de Concordia.

Palabras clave: Serpientes; Veneno; Caracteres morfológicos; Variación intraespecífica; Dimorfismo sexual.

### ABSTRACT

Some corporal characters and venom yield of adult specimens of *Bothrops alternatus* from the isolated region of Olavarría (Tandilian Region, Buenos Aires) and the region of continuous distribution of Concordia (Entre Ríos) were compared. Corporal length, weight, separation between fangs, venom yield by snake and the amount of protein in the venom were determined. No differences in the distinct characters from specimens from both regions were found ( $p > 0.05$ ). Females were greater than males in both samples, 12-18% ( $p < 0.05$ ) regarding the corporal length and of 38-57% ( $p < 0.05$ ) regarding the corporal weight. No difference in the dry venom yield from snakes of both localities was observed ( $p > 0.5$ ; Olavarría=  $142 \pm 65$  mg / animal, Concordia=  $161 \pm 80$  mg / animal) even adjusting the venom yield with the corporal length by the relation mg of venom / corporal length ( $p > 0.6$ ). No differences were observed in the protein content of the dry venom which was of  $0.697 \pm 0.096$  mg of protein / mg of dry venom. From the study of these samples, it could be suggest that specimens from

the isolated population of Tandilia, does not present variation in the corporal size or the amount of venom yield regarding those of the continuous distribution (Concordia).

Key words: Snakes; Venom; Morphological characters; Intraspecific variation; Sexual dimorphism.

## Introducción

*Bothrops alternatus* (incluida en *Rhinocerophis* por Fenwick *et al.*, 2009) es una de las especies del género con mayor distribución en Argentina, encontrándose desde el norte hasta el centro del país. Es una de las especies de serpiente venenosa que más comúnmente puede hallarse en relación con núcleos urbanos (de Roodt *et al.* 2006; Lanari *et al.*, 2010), como sectores del conurbano bonaerense, alrededores de La Plata y otras ciudades dentro de su distribución en Argentina (Scanferla y Nenda, 2005)

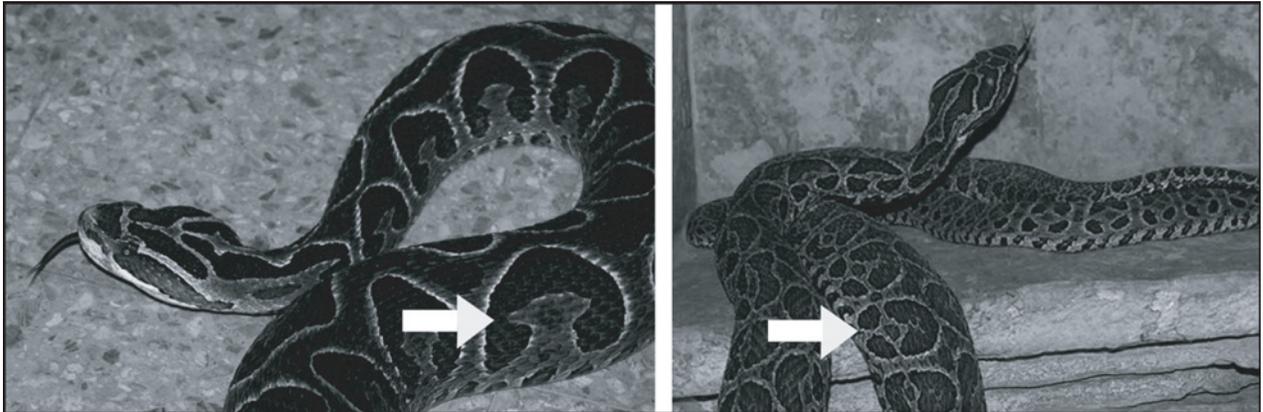
Se ha citado en *B. alternatus* la existencia de poblaciones que se distribuyen de manera continua y de poblaciones «aisladas» sobre la base de sus registros corológicos (Barrio y Miranda, 1966). Las poblaciones del norte del país hasta las de la llanura pampeana son consideradas con distribución continua. Las poblaciones «aisladas» se encuentran en los macizos montañosos de Tandilia-Ventania y en el partido de General Lavalle en la provincia de Buenos Aires (Barrio y Miranda, 1966; Campell y Lamar 1989). El sistema de Tandilia se extiende desde Olavarría al Noroeste hasta Sierra de los Padres al sureste, en donde se hallaron dos ejemplares de esta especie (Vega y Bellagamba, 1990).

Barrio y Miranda (1966) estudiaron ejemplares de poblaciones aisladas y continuas que fueron ordeñados y posteriormente fijados, observando algunas diferencias inmunoquímicas entre venenos de diferentes localidades. Aunque no registraron variaciones significativas en el número y tipo de dibujos básicos, de escamas dorsales, ventrales y subcaudales, reportaron una tendencia al aumento en el número de dibujos en sentido Norte-Sur. Barrio y Miranda (1966) comunicaron una variación en la forma y disposición de las manchas del cuerpo desde la forma arriñonada característica hasta la forma fusionada, con sus dos extremos interrumpidos cerca de la parte inferior y una tendencia a fusionarse en la línea medio dorsal a las manchas contralaterales, configurando un diseño en forma de «X» (Figura 1). Este último patrón suele observarse comúnmente en las poblaciones meridiona-

les de Buenos Aires, San Luis y Sur de Córdoba (Barrio y Miranda 1966), si bien muy ocasionalmente puede observarse en ejemplares de la zona continua. Al no encontrarse características diferenciales apreciables y significativas entre sus poblaciones, se considera a *Bothrops alternatus* una especie monotípica (Barrio y Miranda, 1966).

Aunque esta especie mantiene características morfológicas similares en su amplia distribución, el aislamiento de poblaciones, como las del macizo de Tandilia, podría ser eventual causa de diferenciación genética, fenotípica, morfológica, fisiológica o bioquímica. Diferencias en la alimentación (disponibilidad y tipo de presas), la presencia de predadores, las condiciones geográficas y climáticas (Marques *et al.*, 2002; Keogh *et al.*, 2005; Meik *et al.*, 2010) pueden afectar algunas características fenotípicas de poblaciones también llamadas variaciones ecotípicas (Angarita-Sierra, 2009), como el tamaño corporal (Forsman, 1991; Tracy, 1999; Pergams y Ashley, 2001; Krause *et al.*, 2003; Jordan *et al.*, 2005). Respecto al veneno, su producción puede verse afectada por numerosísimas variables (Chippaux *et al.*, 1991). Por otro lado, encontramos variaciones toxicológicas de venenos de *B. alternatus* de diferentes regiones (Lanari *et al.*, 2006, 2010) e individuales (de Roodt *et al.*, 2011). Además de estas variaciones cualitativas o cuantitativas, se debe considerar que serpientes de una misma especie mostraron una correlación directa entre tamaño y producción de veneno (de Roodt *et al.*, 1998; Mirtschin *et al.*, 2003; Furtado *et al.*, 2006). Todos estos factores influyen la cantidad de veneno que puede inocular una serpiente y por lo tanto influenciar en la gravedad del envenenamiento independientemente de las características bioquímicas del mismo.

El objetivo de este trabajo fue investigar posibles diferencias en el tamaño corporal y producción de veneno entre ejemplares de *B. alternatus* de Tandilia (zona serrana aislada en la ecorregión de la Pampa húmeda) y de Concordia (ecorregión



**Figura 1.** A la izquierda, un ejemplar de Concordia (Entre Ríos). Foto gentileza del Dr. Carlos Núñez Cortés. A la derecha, un ejemplar de Olavarría (Buenos Aires). Obsérvese la variación entre los diseños. Los ofidios considerados en este trabajo presentaban estos patrones.

del Espinal) pertenecientes a un área de distribución continua.

## Materiales y Métodos

### Serpientes

Se trabajó con 46 ejemplares adultos vivos de *B. alternatus*, de las provincias de Entre Ríos (localidad de Concordia, 31°23'S 58°01'O) y de Buenos Aires (localidad de Olavarría, 36°53'S 60°18'O). Los ejemplares provenientes de Concordia (24 hembras y 6 machos) fueron donados por los Bomberos Voluntarios de esa ciudad, y alojados en el Serpentario del Instituto Nacional de Producción de Biológicos (INPB) de la Administración Nacional de Institutos y Laboratorios de Salud «Dr. Carlos G. Malbrán». Los ejemplares de Olavarría (9 hembras y 7 machos) fueron obtenidos por el Zoológico «La Máxima» de dicha ciudad y alojados en el Serpentario del INPB o en el Reptiliario del Zoológico «La Máxima» en similares condiciones de cautividad. En todos los casos, los animales se albergaron en habitáculos con agua filtrada *ad libitum*, se alimentaron con ratones cada 15 días y recibieron ciclos de luz-oscuridad de 12 horas.

Para el cuidado y mantenimiento de los ofidios se siguieron las prácticas sugeridas para instituciones académicas (Pough, 1991).

### Medidas corporales y extracción de veneno

La extracción de veneno y la toma de medidas corporales se llevaron a cabo con, al menos, tres operarios para las maniobras de sujeción, a fin de disminuir errores por el movimiento de los animales.

La medición del largo corporal (LC) se realizó con el ofidio totalmente estirado sobre una su-

perficie plana previamente graduada de a 5 cm, tomando las medidas intermedias con una regla graduada en milímetros. Con los animales mayores a 1 m, se procedió a sujetar la cabeza y el tercio anterior del cuerpo por un operario, fijando los tercios medio y posterior otros dos operarios. Con los animales menores de 1 m, se procedió de igual forma pero con dos operarios. Las mediciones se consideraron con una sensibilidad de 5 mm. El LC fue medido desde el extremo anterior de la placa rostral hasta el extremo posterior de la cola y se expresó en cm.

El peso corporal de los ofidios (PC) en todos los casos se determinó previo a la alimentación de los mismos mediante balanzas pediátricas (animales grandes: > a 500 g) o digitales granatarias con sensibilidad de 1 g en los animales medianos y pequeños. El PC se expresó en gramos.

La separación entre dientes inoculadores (SDI) se midió con los dientes extendidos (tomada desde el lado interno de los dientes inoculadores, en extremo de los mismos de forma paralela al borde maxilar), utilizando un calibre electrónico, expresándose en mm. A fin de ajustar la relación entre LC y SDI se estimó el cociente SDI/LC, que se expresó en mm/cm. El veneno fue extraído manualmente por el masajeo de las glándulas productoras, desecado al vacío y guardado a -20°C. El veneno desecado se pesó en una balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg, indicándose el peso en miligramos. Se determinó la cantidad de proteínas de las diferentes muestras mediante el método de Bradford (Bradford, 1976) y se estimó la cantidad de proteína por peso seco de veneno, que se expresó en mg y en porcentaje. Para conocer la relación entre el tamaño (LC) y el veneno obtenido, se estu-

dió la relación LC/veneno extraído por regresión lineal.

Para descartar las variaciones en la cantidad de veneno obtenido relacionadas con el tamaño de los animales, se utilizó el cociente veneno obtenido/ largo corporal (V/LC) que se expresó en mg/cm.

### Análisis de los datos

Los datos se expresan como la media con su desvío estándar. Para evaluar la relación entre SDI y LC se analizaron las variables por una regresión lineal. La normalidad de los datos se comprobó por los test de Kolmogorov-Smirnov y de D'Agostino-Pearson. Para las comparaciones entre grupos, se utilizó el estadístico *t* de Student. Todos los cálculos estadísticos fueron realizados con el programa Prism 4.0 (GraphPad Inc., CA).

## Resultados

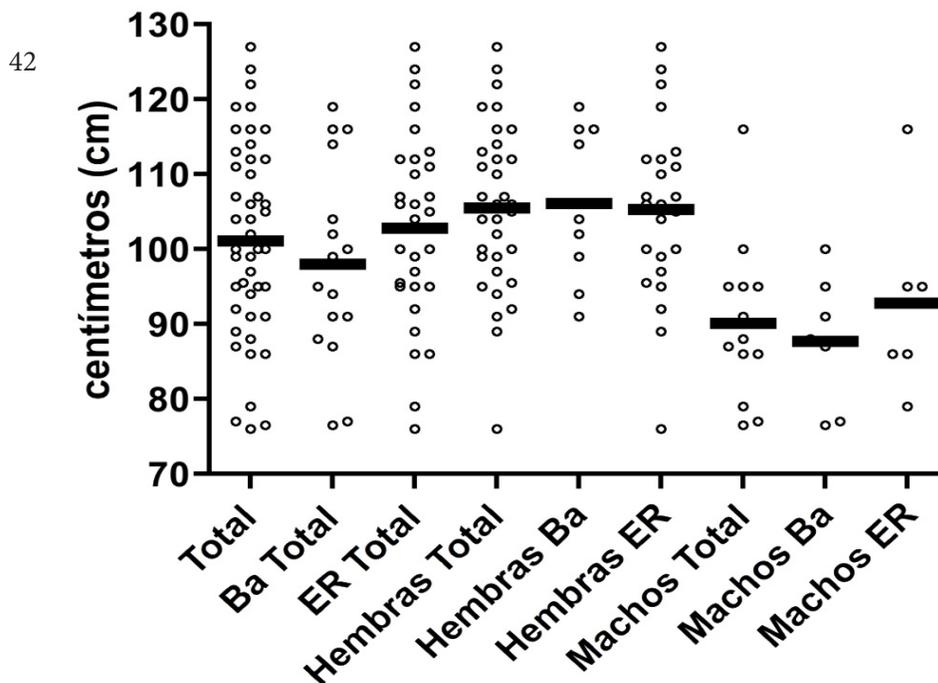
### Medidas corporales

Los resultados de LC y PC se muestran en las Figuras 2 y 3. Teniendo en cuenta el total de animales ( $n=46$ ), los valores obtenidos fueron: LC=  $100.9 \pm 13.3$  cm (mín.= 76 cm y máx.= 127 cm) y PC=  $521.9 \pm 283.0$  g (mín.= 100 g y máx.= 1210 g). De acuer-

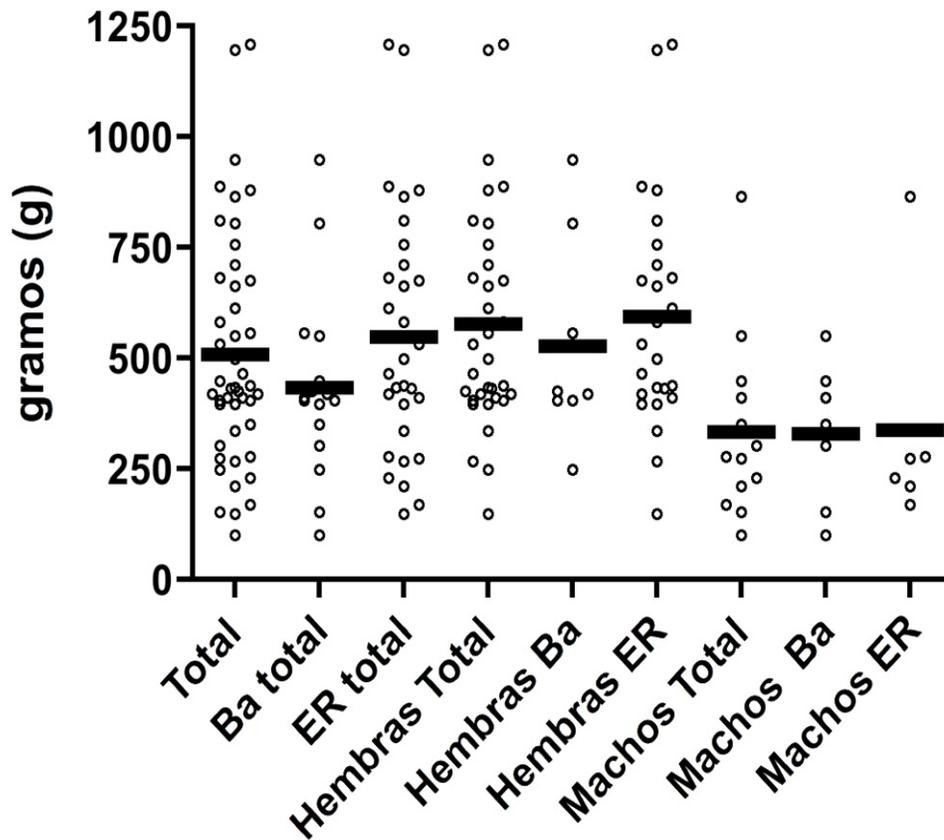
do a lo esperado, las hembras mostraron mayor tamaño que los machos (LC♀=  $105.2 \pm 11.7$  cm versus LC♂=  $90.1 \pm 10.7$  cm,  $p < 0.0002$ ,  $t= 4.016$ ; PC♀=  $602.1 \pm 274.5$  g versus PC♂=  $323.0 \pm 197.3$  g,  $p= 0.0018$ ,  $t= 3.324$ ). Estas diferencias se mantuvieron en las dos localidades estudiadas. Las hembras fueron mayores que los machos en Concordia (LC=  $105.4 \pm 11.7$  cm versus  $92.8 \pm 12.9$  cm, respectivamente,  $p= 0.0294$ ,  $t= 2.296$ ; PC=  $602.6 \pm 263.6$  g versus  $338.5 \pm 261.1$  g,  $p= 0.0364$ ,  $t= 2.198$ ) y en Olavarría (LC=  $104.9 \pm 12.5$  cm versus  $87.8 \pm 8.7$  cm,  $p= 0.0098$ ,  $t= 3.021$ ; PC=  $600.6 \pm 324.3$  g versus  $309.6 \pm 143.4$  g;  $p= 0.0476$ ,  $t= 2.187$ ).

No se encontraron diferencias en las medidas corporales entre machos de Olavarría y Concordia, ni entre hembras de ambas localidades. En el caso de las hembras, no se registraron diferencias significativas en el LC ( $p= 0.9222$ ,  $t= 0.099$ ), ni en el PC ( $p= 0.9865$ ,  $t= 0.017$ ). Tampoco se observaron diferencias significativas en los machos respecto al LC ( $p= 0.04194$ ,  $t= 0.839$ ) ni al PC ( $p= 0.8047$ ,  $t= 0.253$ ).

La relación entre SDI y LC, fue positiva en ambos casos ( $r^2 > 0.6$ ) y las pendientes SDI/LC fueron de  $0.222 \pm 0.036$  para los animales de Olavarría y de  $0.223 \pm 0.032$  para los de Concordia ( $p= 0.9396$ ;



**Figura 2.** Largo (cm) de los ejemplares de *Bothrops alternatus*. En el eje horizontal se presentan los datos: Total= total de los ejemplares; Ba Total= total de ejemplares de Buenos Aires; ER Total= total de ejemplares de Entre Ríos; Hembras Total= total de ejemplares hembra; Hembras BA= total de ejemplares hembra de Buenos Aires; Hembras ER= total de ejemplares hembra de Entre Ríos; Machos Total= total de ejemplares macho; Machos BA= total de ejemplares macho de Buenos Aires; Machos ER= total de ejemplares macho de Entre Ríos. Las barras indican el promedio en cada grupo.



**Figura 3.** Peso (gr) de los ejemplares de *Bothrops alternatus*. En el eje horizontal se presentan los datos: Total= total de los ejemplares; Ba Total= total de ejemplares de Buenos Aires; ER Total= total de ejemplares de Entre Ríos; Hembras Total= total de ejemplares hembra; Hembras BA= total de ejemplares hembra de Buenos Aires; Hembras ER= total de ejemplares hembra de Entre Ríos; Machos Total= total de ejemplares macho; Machos BA= total de ejemplares macho de Buenos Aires; Machos ER= total de ejemplares macho de Entre Ríos. Las barras indican el promedio en cada grupo.

$F= 0.062$ ). Los valores de SDI no mostraron diferencias significativas entre las dos localidades ( $p= 0.3087$ ,  $t= 1.027$ ), siendo  $18.7 \pm 3.5$  mm para los ejemplares de Concordia y de  $17.7 \pm 3.1$  mm para los de Olavarría. Ajustando los valores mediante el cociente SED/LC, tampoco se pudieron observar diferencias significativas entre ambas muestras ( $p= 0.3113$ ,  $t= 1.023$ ), determinándose los valores de  $0.182 \pm 0.023$  mm/cm para los de Concordia y de  $0.190 \pm 0.026$  mm/cm para los de Olavarría (Tabla 1).

### Veneno

La cantidad de veneno promedio obtenido de los ejemplares de las dos localidades fue similar en ambos casos ( $p= 0.5851$ ,  $t= 0.557$ ; Olavarría=  $142 \pm 65$  mg / animal, Concordia=  $161 \pm 80$  mg / animal). Como la cantidad de veneno podría haberse visto influenciada por el tamaño de los ejemplares, se ajustó la cantidad de veneno al LC y tampoco se hallaron diferencias significativas en la cantidad de veneno obtenido ( $p= 0.6283$ ,  $t= 0.494$ ; Olavarría=  $1.388 \pm 0.698$  mg de veneno/cm de LC, Concor-

dia=  $1.553 \pm 0.711$  mg de veneno /cm de LC). De acuerdo a lo observado previamente en ejemplares de *Bothrops* (de Roodt *et al.*, 1998; Furtado *et al.*, 2006), tampoco se observaron diferencias entre machos y hembras en las cantidades de veneno, aún ajustadas ( $p > 0.5$ ,  $t > 0.05$ ) (Tabla 2).

El estudio por regresión lineal del LC y veneno extraído dio una  $r^2$  positiva en ambos casos ( $r^2 > 0.7$ ) con pendientes de  $2.227 \pm 0.712$  para las muestras de Olavarría y de  $2.628 \pm 0.792$  para las de Concordia ( $p= 0.719$ ;  $F 0.140$ ). La cantidad de proteínas contenidas en los venenos ( $0.697 \pm 0.096$  mg de proteínas/mg veneno o  $69.7 \pm 9.6$  %) fue similar en ambas poblaciones; los ejemplares de Olavarría mostraron  $68.0 \pm 11.8$  % y los de Concordia  $70.0 \pm 7.3$  % de proteína por peso seco ( $p= 0.6107$ ,  $t= 0.5164$ ) (Tabla 2).

### Discusión

Las poblaciones de *B. alternatus* de ambas regiones poseen características similares en cuanto al tamaño corporal y la cantidad de veneno obtenido, in-

cluso en la cantidad de veneno por peso seco, aún cuando se ajusta la cantidad de veneno al largo corporal de los ejemplares. Lo mismo fue comprobado en el contenido proteico de los venenos. Estos resultados no coinciden con los indicados en algunas especies de serpientes donde se observaron diferencias en el tamaño corporal de poblaciones aisladas (Forsman, 1991; Bronikowski, 2000; Krause *et al.*, 2003; Keogh *et al.*, 2005; Woodward *et al.*,

2005; Sharpe *et al.*, 2008; Angarita-Sierra, 2009; Meik *et al.*, 2010). Diferencias de tamaño intraespecíficas relacionadas con el hábitat han sido descritas en otros grupos de vertebrados como los peces (Sharpe *et al.*, 2008), aves (Boag, 1987), mamíferos (Pergmans y Ashley, 2001; Yom-Tov y Geffen, 2006) y lacertilios (Pereyra, 1986; Tracy, 1999; Jordan *et al.*, 2005; Wikelski, 2005).

En los ejemplares de *B. alternatus* estudiados,

**Tabla 1.** Largo corporal (LC) y separación entre dientes inoculadores (SDI) de los ejemplares de *Bothrops alternatus* de Concordia y Olavarría:  $t = t$  de Student;  $p =$  valor de significancia;  $F = F$  test;  $r^2 =$  coeficiente de regresión lineal;  $m =$  pendiente de la recta

	Concordia	Olavarría	Estadísticos
<b>SDI (mm)</b>	18.7 ± 3.5	17.7 ± 3.1	$t = 1.027$ ( $p = 0.308$ )
<b>SDI/LC (mm/cm)</b>	0.182 ± 0.023	0.190 ± 0.026	$t = 1.230$ ( $p = 0.311$ )
<b>Regresión LC/SDI</b>	$r^2 = 0.651$ $m = 0.223 ± 0.032$	$r^2 = 0.754$ $m = 0.222 ± 0.036$	$F = 0.062$ ( $p = 0.940$ )

**Tabla 2.** Datos del veneno (V) extraído de los ejemplares de *Bothrops alternatus* de Concordia y Olavarría: PS= peso seco; LC= largo corporal;  $t = t$  de Student;  $p =$  valor de significancia;  $F = F$  test;  $r^2 =$  coeficiente de regresión lineal;  $m =$  pendiente de la recta.

	Concordia	Olavarría	Estadísticos
<b>V (PS) (mg)</b>	161.0 ± 80.0	142.0 ± 65.0	$t = 0.557$ ( $p = 0.581$ )
<b>V PS/LC (mg/cm)</b>	1.553 ± 0.711	1.388 ± 0.698	$t = 0.494$ ( $p = 0.628$ )
<b>V (Proteínas)</b>	70.0 ± 7.3%	68.0 ± 11.8%	$t = 0.516$ ( $p = 0.611$ )
<b>Regresión LC/V</b>	$r^2 = 0.733$ $m = 2.2628 ± 0.792$	$r^2 = 0.765$ $m = 2.227 ± 0.712$	$F = 0.140$ ( $p = 0.719$ )

no observamos diferencias en cuanto al LC o PC entre los ejemplares de Tandilia (que presumiblemente podría considerarse una población aislada dentro de la llanura Pampeana) y los de Concordia (zona de distribución continua), a pesar de las muy diferentes características climáticas, geográficas (Ministerio de Salud, 2004) y zoológicas en cuanto a la oferta cualitativa de roedores (Gómez Villafaña *et al.*, 2005; Muzzachiodi, 2007). Respecto a las diferencias geográficas y

climáticas, la similitud entre los caracteres considerados para los ejemplares de ambas regiones, indicarían que las condiciones ambientales no serían lo suficientemente diferentes entre las dos regiones o que la capacidad adaptativa de *B. alternatus* permite que poblaciones aisladas sometidas a diferentes condiciones, no presenten diferencias.

Asimismo, la oferta de alimento no parecería ser lo suficientemente diferente como para influir en el fenotipo. Ese punto es especialmente impor-

tante en el caso de *B. alternatus* cuya alimentación sería exclusivamente de mamíferos, en especial roedores, desde su nacimiento (Martins *et al.*, 2002; Giraudo *et al.*, 2008; de Fátima Nunes, 2006; Zelanis *et al.*, 2008).

En coincidencia con lo observado en este estudio, en *B. alternatus* la cantidad de veneno que puede extraerse de una serpiente tiene relación directa con su talla corporal (de Roodt *et al.*, 1998 y datos no publicados; Mirtschin *et al.*, 2002; Furtado *et al.*, 2006). Si bien otros factores también pueden afectar la producción de veneno (Chippaux *et al.*, 1991), el tamaño corporal es uno de los factores más fuertemente relacionados con la producción de veneno de serpientes (Chippaux *et al.*, 1991; de Roodt *et al.*, 1998; Mirtschin *et al.*, 2002). En este estudio encontramos una correlación entre el tamaño de las serpientes (LC y PC) y la cantidad de veneno producido ( $r^2 > 0.7$  en ambos casos). Otra característica que afecta fuertemente la producción de veneno es el tamaño de la cabeza del ofidio (Mirtschin *et al.*, 2002), que puede correlacionarse con el tamaño del animal (Mirtschin *et al.*, 2002; Sabattini *et al.*, 2003), debido a que este determina el tamaño de las presas que las serpientes pueden llegar a ingerir (Meik *et al.*, 2010). Esta variable es muy importante y no siempre considerada. Se han observado cambios en el tamaño corporal y de la boca en serpientes sometidas a factores exógenos durante largos períodos de tiempo (Phillips y Shine, 2004), poniendo en evidencia la relación existente entre estas dos características en ofidios. En el presente estudio no vimos diferencias en la SDI entre los ejemplares de ambas regiones, característica que puede relacionarse con el tamaño de la cabeza (Mirtschin *et al.*, 2002); además encontramos correlación entre la SDI y el LC y entre este y la producción de veneno ( $r^2 > 0.7$  en ambos casos).

Los datos obtenidos nos sugieren que si bien el veneno de *B. alternatus* de estas regiones no es similar bioquímica ni toxicológicamente (Lanari *et al.*, 2006, 2010; de Roodt *et al.*, 2011), no presentaría diferencias cuantitativas respecto a la cantidad de veneno obtenida a partir de cada ejemplar o a la cantidad de proteínas por materia seca del veneno. Se podría suponer entonces, que la cantidad de veneno que producen y pueden inocular los ejemplares de *B. alternatus* de estas regiones, serían similares cuantitativamente. Estos datos, tienen utilidad práctica dentro del campo sanitario, dado que, la cantidad de veneno que puede obtenerse a partir

de un ejemplar de determinado tamaño es importante para la producción de venenos, estimando las cantidades que pueden obtenerse a partir de las poblaciones en serpentarios (de Roodt *et al.*, 1998). También tiene utilidad para estimar la cantidad de veneno que un ejemplar pudo potencialmente inocular en una mordedura (Sabattini *et al.*, 2003).

El análisis de los datos obtenidos de estas muestras, indicaría que se puede considerar que los ejemplares de Tandilia (Olavarría) y Entre Ríos (Concordia) no presentan diferencias en las características analizadas. Estudios adicionales, podrían ampliar el conocimiento sobre posibles características diferenciales de las poblaciones aisladas de *B. alternatus*, el vipérido de gran talla más meridional del mundo y una de las especies con mayor importancia sanitaria en la Argentina.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a los Revisores anónimos por sus sugerencias y comentarios, los cuales han mejorado sustancialmente al manuscrito.

### Literatura citada

- Angarita-Sierra, T.G. 2009. Variación geográfica de *Ninia atrata* en Colombia (Colubridae: Dipsadinae). *Papéis Avulsos de Zoología* 49: 277-288.
- Barrio, A., & Miranda, M., 1966. Las diferentes poblaciones de *Bothrops alternata* Dumeril y Bibron (Ophidia, Crotalidae) de la Argentina, consideradas desde el punto de vista morfológico y antigénico. *Mem. Inst. Butantan* 33: 887-892.
- Boag, P.T. 1987. Effects of nestling diet on growth and adult size of Zebra Finches (*Poephila guttata*). *The AUK* 104: 155-166.
- Bronikowski, A.M. 2000. Experimental evidence for the adaptative evolution of growth rate in the garter snake *Thamnophis elegans*. *Evolution* 54(5): 1760-1767.
- Campbell, J.A. & Lamar, W.W. 1989. The Venomous Reptiles of Latin America. Comstock Publishing/Cornell University Press, Ithaca. P. 181.
- Chippaux, J.P.; Williams, V. & White, J. 1991. Snake venom variability: methods of study, results and interpretation. *Toxicon* 29: 1279-1303.
- De Fatima Nunes, S. 2006. Dieta e biología reproductiva de cruzeira *Bothrops alternatus* (Serpentes-Viperidae), na região Sul do Brasil. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Federal de Santa María, Brasil.
- de Roodt, A.R.; Robelo, M.A.; Riverom, M.; Mattoni, S.; Lúquez, R.N. & Gould, E.G. 2006. Caninos mordidos por serpientes venenosas en zonas urbanas y turísticas. *Selecciones Veterinarias* 14: 319-329.
- de Roodt A.R.; Dolab, J.A.; Galarce, P.P.; Litwin, S.; Dokmetjian, C.; Segre, L. & Vidal, J.C. 1998. A study on the venom yield of snake species from Argentina. *Toxicon* 36: 1949-1957.

A. de Roodt *et al.*: Comparación de morfología y veneno entre poblaciones de *Bothrops alternatus*

- de Roodt, A.R.; Lanari, L.C.; Costa de Oliveira, V.; Laskowicz, R.D. & Stock, R.P. 2011. Neutralization of *Bothrops alternatus* regional venom pools and individual venoms by antivenom: a systematic comparison. *Toxicon* 57: 1073-1080.
- Fenwick, A. M., R. L. Gutberlet Jr., J. A. Evans, y C. L. Parkinson. 2009. Morphological and molecular evidence for phylogeny and classification of South American pitvipers, genera *Bothrops*, *Bothriopsis*, and *Bothrocophias* (Serpentes: Viperidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 156:617-640.
- Forsman, A. 1991. Variation in sexual size dimorphism and populations: effects of prey size. *Journal of Animal Ecology* 60: 253-267
- Furtado, M.F.D.; Travaglia-Cardoso, S.R. & Rocha, M.T. 2006. Sexual dimorphism in venom of *Bothrops jararaca* (Serpentes: Viperidae). *Toxicon* 48: 401-410.
- Giraud, A.R.; Arzamendia, V.; Lopez, S.M.; Quaini, R.O.; Prieto, Y.; Leiva, L.A.; Regner, S.A.; Urban, J.M. 2008. Serpientes venenosas de Santa Fe, Argentina: conocimientos sobre su historia natural aplicados para la prevención de ofidismo. *FABICIB* 12: 69- 89.
- Gómez Villafañe, I.E.; Miño, M.; Cavia, R.; Hodara, K.; Courtalón, P.; Suárez, O. & Busch, M. 2005. Roedores de la Provincia de Buenos Aires. L.O.L.A., Buenos Aires.
- Jordan, M.A.; Snell, H.L.; Snell, H.M. & Jordan, W.C. 2005. Phenotypic divergent despite high levels of gene flow in Galápagos lava lizards (*Microlophus albemarlensis*). *Molecular Ecology* 14: 859-867.
- Keogh, J.S.; Scott, I.A. & Hayes, C. 2005. Rapid and repeated origin of insular gigantism and dwarfism in Australian tiger snakes. *Evolution* 59: 226-233.
- Krause, M.A.; Gordon, M.B. & Gillingham, J.C. 2003. Body size plasticity and local variation of relative head and body size sexual dimorphism in garter snakes (*Thamnophis sirtalis*). *Journal of Zoology* 261: 399-407
- Lanari, L.C.; Rosset, S.; González, M.E.; Liria, N.C. & de Roodt, A.R. 2010. A study on the venom of *Bothrops alternatus* Duméril, (Bibron and Duméril) from different regions of Argentina. *Toxicon* 55: 1415-1424.
- Lanari, L.C., González, M.E.; Liria, N.C.; Laskowicz, R.D.; Manzanelli, V.M.; Herman, D.I.J.; Dolab, J. & de Roodt, A.R. 2006. Caracterización Tóxica del Veneno de *Bothrops alternatus* de Diferentes Zonas de Buenos Aires. *Acta Toxicológica Argentina* 14: 51.
- Marques, O.A.V.; Martins, M. & Sazima, I. 2002. A new insular species of pitviper from Brazil, with comments on evolutionary biology and conservation of the *Bothrops jararaca* group (Serpentes, Viperidae). *Herpetologica* 58: 303-312.
- Martins, M.; Marques, O.A.V. & Sazima, I. 2002. Ecological and phylogenetics correlates of feeding habits in neotropical pit vipers of the genus *Bothrops*: 307-328. *En*: Schwett, G.W.; Hoggren, M.; Douglas, M.E.; Green, H.W. (Eds.), *Biology of the Vipers*. Eagle Mountain Publishing, LC. Utah, USA.
- Meik, J.M.; Lawing, A.M. & Pires-daSilva, A. 2010. Body Size Evolution in Insular Speckled Rattlesnakes (Viperidae: *Crotalus mitchellii*): an Online Reference. *PLoS ONE* 5: e9524. doi:10.1371/journal.pone.
- Ministerio de Salud. Geo Argentina 2004. Perspectivas del medio ambiente de la Argentina. 2006. Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Ministerio de Salud y Ambiente. Argentina.
- Ministerio de Salud. 2007. Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica de los envenenamientos ofídicos. Ministerio de Salud, Buenos Aires.
- Mirtschin, P.J.; Shine, R.; Nias, T.J.; Dunstan, N.L.; Hough; B.J. & Mirtschin, T.J. 2002. Influences on venom yield in Australian tigersnakes (*Notechis scutatus*) and brown-snakes (*Pseudonaja textilis*: Elapidae, Serpentes). *Toxicon* 40: 1581-1582.
- Muzzachiodi, N. 2007. Lista comentada de las especies de mamíferos de la provincia de Entre Ríos (Argentina). Fundación de Historia Natural «Félix de Azara», Universidad Maimónides, Buenos Aires.
- Pereyra, E.A. 1986. Variación geográfica en *Liolaemus ornatus* Koslowsky (Sauria - Iguanidae). *Cuadernos de Herpetología* 2: 1-21.
- Pergams, O.R. & Ashley, M.V. 2001. Microevolution in island rodents. *Genetica* 112 -113: 245-256.
- Phillips, B.L. & Shine, R. 2004. Adapting to an invasive species: Toxic cane toads induce morphological change in Australian snakes. *Proceedings of National Academy of Sciences USA* 101: 17150-17155.
- Pough, F.H. 1991. Recommendations for the care of amphibians and reptiles in academic institutions. *National Academic Press, ILAR News* 33: 1-21.
- Scanferla, C.A.; Nenda, S.J. 2005. El registro más antiguo del género *Bothrops* (Serpentes, Viperidae), proveniente del Pleistoceno inferior a medio de Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 7: 177- 181.
- Sharpe, D.M.T.; Räsänen, K.; Berner, D. & Hendry, A.P. 2008. Genetic and Environmental Contributions to the Morphology of Lake and Stream Stickleback: implications for gene flow and reproductive isolation. *Evolutionary Ecology Research* 10: 849-866.
- Tracy, C.R. 1999. Differences in body size among chuckwalla (*Sauromalus obesus*) populations. *Ecology* 80: 259-271.
- Vega, L. & Bellagamba P. 1990. Lista comentada de la herpetofauna de las sierras de Balcarce y Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 5: 10-14.
- Wikelski, M. 2005. Evolution of body size in Galapagos marine iguanas. *Proceedings of the Royal Society B* 272: 1985-1993.
- Woodward, G.; Ebenman, B; Emmerson, M.; Montoya, J.M.; Olesen, J.M.; Valido, A. & Warren, P.H. 2005. Body size in ecological networks. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 402-409.
- Yom-Tov, Y. & Geffen, E. 2006. Geographic variation in body size: the effects of ambient temperature and precipitation. *Oecologia* 148: 213-218.
- Zelanis, A.; Travaglia-Cardoso, S.R & Furtado, M.F.D. 2008. Ontogenetic changes in the venom of *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) and its biological implication. *South American Journal of Herpetology* 3: 43-50.