

## REFERENCES

- Ayres, C. 2008. Common toad (*Bufo bufo*): Fungal outbreaks. *Herpetological Bulletin*, 106: 34-36.
- Galán, P. & Fernández-Arias, G. 1993. *Anfibios y reptiles de Galicia*. Edicions Xerais de Galicia, Vigo.
- Galán, P. 1999. *Conservación de la herpetofauna gallega. Situación actual de los anfibios y reptiles de Galicia*. Monografía N° 74. Universidade da Coruña.
- Gasc, J.P., Gasc, J.P., Cabela, A., Crnobrnja-Isailovic, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P., Lescure, J., Martens, H., Martínez Rica, J.P., Maurin, H., Oliveira, M.E., Sofianidou, T.S., Veith, M., & Zuiderwijk, A. 1997. *Atlas of amphibians and reptiles in Europe*. Societas Europaea Herpetologica and Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Hakansson, P. & Loman, J. 2004. Communal spawning in the common frog *Rana temporaria* – Egg temperature and predation consequences. *Ethology*, 110: 665-680.
- Kusano, T., Sakai, A. & Hatanaka, S. 2005. Natural egg mortality and clutch size of the Japanese treefrog, *Rhacophorus arboreus* (Amphibia: Rhacophoridae). *Current Herpetology*, 24: 79-84.
- Richter, S. C., Young, J. E., Johnson, G. N. & Seigel, R. A.. 2003. Stochastic variation in reproductive success of a rare frog, *Rana sevosca*: Implications for conservation and for monitoring amphibian populations. *Biological Conservation*, 111: 171– 177.
- Petrisko, J.E., Pearl, C.A. & D.S. Pilliod. 2008. Saprolegniaceae identified on amphibian eggs throughout the Pacific Northwest, USA, by internal transcribed spacer sequences and phylogenetic analysis. *Mycologia*, 100(2): 171–180.
- Taylor, B., Scott D.V. & Gibbons, J.W.. 2005. Catastrophic reproductive failure, terrestrial survival, and persistence of the marbled salamander. *Conservation Biology*, 20(3): 792–801.
- Waldman, B. 1982. Adaptive significance of communal oviposition in wood frogs (*Rana sylvatica*). *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 10: 169–174.

## Utilización de un modelo simple de remoción para estimar el tamaño poblacional en larvas de anfibios

Arturo I. Kehr, Marta I. Duré & Eduardo F. Schaefer

CECOAL-CONICET. 9 de julio 1331 2do "2". 3400 Corrientes. Argentina. C.e.: arturokehr@yahoo.com.ar

**Fecha de aceptación:** 11 de febrero de 2009.

**Key words:** population size, removal method, tadpoles.

Las larvas de anfibios son muy sensibles a la hora de colocarles algún tipo de marca en el cuerpo debido principalmente a la fragilidad de los mismos y a la poca perdurabilidad de estas marcas. Por ese motivo son escasos los métodos adecuados para la estimación de la densidad en larvas de anfibios, haciendo que los de marcado-recaptura sean muy difíciles de usar. De ahí la importancia de los métodos de remoción para la estimación del tamaño poblacional. En general, estos métodos han sido utilizados con éxito en peces y en poblaciones acuáticas de invertebrados (Carle & Strub, 1978). En esta contribución queremos destacar la aplicabilidad del método de Moran-Zippin para calcular el tamaño de las poblaciones larvales de anfibios, resaltando la simpleza de su uso.

### Método de remoción de Moran-Zippin

El procedimiento para estimar el tamaño de una población mediante el método de Moran-Zippin (Moran, 1951; Zippin, 1956, 1958; Brower *et al.*, 1998) es fácil debido a que se basa en la recolección de solamente dos muestras.

Consideremos a  $N$  como el tamaño de la población,  $n_1$  como el número de animales capturados y removidos durante la primera muestra, y  $n_2$  como el número de animales capturados y removidos en la segunda muestra. La proporción de individuos capturados en la primera muestra sería de  $n_1 / N$ . Después que los  $n_1$  animales fueron removidos del ambiente,  $N - n_1$  representaría a los animales remanentes. La proporción de este

número remanente que serían capturados en la segunda muestra, estaría dada por  $n_2 / (N - n_1)$ . Si se asume que en las dos muestras fueron capturados la misma proporción,  $p$ , de individuos (que es lo mismo que decir que  $p$  es la probabilidad que tiene un animal de ser capturado), entonces tendríamos

$$p = \frac{n_1}{N} \quad (1)$$

y

$$p = \frac{n_2}{(N - n_1)} \quad (2)$$

siendo, por lo tanto

$$\frac{n_1}{N} = \frac{n_2}{(N - n_1)} \quad (3)$$

Resolviendo esta ecuación para  $N$ , que es el tamaño poblacional, encontramos que

$$N = \frac{n_1^2}{(n_1 - n_2)} \quad (4)$$

Para demostrar el cálculo del tamaño poblacional, nosotros hemos utilizado datos de larvas aun no publicados correspondientes a la especie *Scinax squalirostris*. Los mismos fueron recolectados el 5 (primera muestra) y 7 (segunda muestra) de febrero de 2002, en una charca de 16 m<sup>2</sup> localizada en el predio del Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET), a 10 Km de la ciudad de Corrientes. Las larvas fueron mantenidas vivas en el laboratorio entre cada muestra y tras el estudio fueron liberadas en el mismo ambiente. Después de haber tomado las unidades de muestras correspondientes a la primera y segunda muestra, las larvas recolectadas fueron: primera muestra ( $n_1$ ) = 139; la segunda muestra ( $n_2$ ) = 78. Los cálculos para determinar el tamaño poblacional  $N$  (Ecuación 4) fueron,

$$N = \frac{139^2}{139 - 78} = \frac{19321}{61} = 316.73$$

El error standard (ES) de la población estimada se calcula de acuerdo a la fórmula propuesta por Seber (1982),

$$ES = \frac{(n_1)(n_2)\sqrt{n_1 + n_2}}{(n_1 - n_2)^2} \quad (5)$$

en el caso de nuestro ejemplo sería,

$$ES = \frac{(139)(78)\sqrt{217}}{(139 - 78)^2} = \frac{159702.66}{3721} = 42.92$$

mientras que el intervalo de confianza para la estimación poblacional ( $N$ ), puede ser calculado como

$$N \pm (t)(ES)$$

donde  $t$  es el valor  $t$  de Student para un test de dos colas, con los grados de libertad =  $\infty$ . Por lo tanto, para un intervalo de confianza del 95% deberíamos utilizar el valor de  $t = 1.96$ ; mientras que para un 99% tendríamos que considerar un valor de  $t = 2.58$ . Según lo planteado, el 95% de confianza del tamaño de la población debería ser calculado

$$(1.96)(42.92) = 84.12$$

por lo tanto, el verdadero tamaño poblacional ( $N \pm 84.12$ ) se hallaría entre 233 y 401 larvas, después de redondear los decimales. Es decir, tendríamos un 95% de seguridad de que el tamaño poblacional de las larvas de *S. squalirostris* se encuentra entre esos dos valores. Cuando al valor promedio del tamaño poblacional lo relacionamos con la superficie del cuerpo de agua se obtiene la densidad, que en el caso de *S. squalirostris* fue de 20 larvas/m<sup>2</sup> (15 – 25 larvas/m<sup>2</sup> con un 95% de confianza).

El cálculo del tamaño poblacional por el método de Moran-Zippin y otros métodos similares, también pueden basarse en la recolección de más de dos muestras, aunque el desarrollo mate-

mático pasa a ser bastante engorroso. De todos modos, las estimaciones de  $N$  y de ES a partir de dos o de tres muestras no cambian de manera sig-

nificativa, aun cuando la probabilidad de captura varíe entre cada una de ellas (Southwood, 1978; Carle & Strub, 1978; Seber & Whale, 1970).

## REFERENCIAS

- Brower, J.E., Zar J.H. & Von Ende, C.N. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. WCB/McGraw-Hill. Boston. Fourth Edition.
- Carle, F.L. & Strub, M.L. 1978. A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics*, 34: 621-663.
- Moran, P.A.P. 1951. A mathematical theory of animal trapping. *Biometrika*, 38: 307-311.
- Seber, G.A.F. 1982. *The estimation of animal abundance and related parameters*. Mcmillan Publishing Co, New York.
- Seber, G.A.F. & Whale, J.F. 1970. The removal method for two and three samples. *Biometrics*, 26: 393-400.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological methods*. Chapman and Hall, London.
- Zippin, C. 1956. An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics*, 12: 163-189.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife Management*, 32: 325-339.

## Depredación del galápagos americano (*Trachemys scripta*) sobre puestas de carpa (*Cyprinus carpio*) en Cataluña

Albert Martínez-Silvestre & Joaquim Soler

CRARC, Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya. 08783 Masquefa. Barcelona. C.e.: crarc@amasquefa.com

**Fecha de aceptación:** 29 de junio de 2009.

**Key words:** depredation, *Trachemys scripta*, invasive species, *Cyprinus carpio*, Catalonia.

Tanto la presencia como la reproducción del galápagos americano *Trachemys scripta elegans* en Cataluña han sido ampliamente documentadas (De Roa & Roig, 1998; Capalleras & Carretero, 2000; Pleguezuelos, 2002; Martínez-Silvestre *et al.*, 2006). Además, se ha constatado recientemente la presencia de otras subespecies como *T. s. scripta* e incluso *Trachemys emolly* asilvestradas en el mismo territorio (Martínez-Silvestre *et al.*, 2006; Arribas, 2009). Las observaciones más recientes empiezan a describir interacciones de estas especies invasivas con la fauna local como intentos de depredación por parte de ardeidos (Ehrlich, 2008). En la presente nota se describe un comportamiento observado en tortugas exóticas que afecta e interfiere con la biología de una especie de vertebrado que comparte el mismo hábitat.

Desde 1998 nuestro equipo viene realizando un estudio de seguimiento de poblaciones asil-

vestradas de galápagos en el espacio natural protegido del Parque del río Foix, en la comarca de l'Alt Penedés (UTM 31T CF86), concretamente en un embalse artificial rodeado de bosque mediterráneo. Este enclave de 2900 ha está protegido y gestionado por un consorcio formado por la Diputación de Barcelona y los ayuntamientos de Castellet i la Gornal, y Santa Margarida i els Monjos. La única especie autóctona que presenta una población importante en este pantano es el galápagos leproso (*Mauremys leprosa*), aunque ha sido también citado en tres ocasiones el galápagos europeo (*Emys orbicularis*) (Soler *et al.*, 2005a, 2005b). También se han descrito hasta 5 especies de quelonios más, todos ellos introducidos (Martínez-Silvestre *et al.*, 2006). Se ha podido confirmar la reproducción de *Trachemys scripta elegans* con poblaciones estables en el pantano, mientras que las otras especies presen-