
ISSN 0817-988X

**BOLETIN
DE LA SOCIEDAD
HERPETOLOGICA
MEXICANA**



Vol. 11 No. 1

2003

SOCIEDAD HERPETOLOGICA MEXICANA

MESA DIRECTIVA

Presidente

Roberto Luna Reyes

Vicepresidenta

Guadalupe Gutiérrez Mayén

Secretario

Carlos Jesús Balderas Valdivia

Tesorero

Tomás Villamar Duque

Vocales

Ana Gatica Colima

Rodolfo García Collazo

Ricardo J. Torres Cervantes

Ruth Percino Daniel

COMITÉ EDITORIAL

Editor

Aurelio Ramírez Bautista

E-mail: aurelior@uaeh.reduaeh.mx

CIB, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
A.P. 1-69 Plaza Juárez, C.P. 42001, Pachuca, Hidalgo

Editores Asociados

Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea

Javier Manjarrez Silva

Fernando Mendoza Quijano

Pueden ser miembros de la Sociedad Herpetológica Mexicana (SHM) todas aquellas personas, ya sean profesionales, estudiantes o particulares, interesadas en el estudio de los anfibios y reptiles. Las cuotas para pertenecer a la sociedad son: socios titulares y estudiantes, \$150.00 y \$75.00 pesos M.N., respectivamente; miembros extranjeros, \$35.00 USD (mandar Money Order). Además, se aceptan donativos a nombre de la Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C. [enviar a Tomás E. Villamar Duque, Bioterio General, FES-Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios no. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México, C.P. 54090, E-mail: toervidu@servidor.unam.mx].

Página de la SHM: <http://www.iztacala.unam.mx/shm>

Esta es una publicación de la Sociedad Herpetológica Mexicana

Diseño, tipografía y armado: José Antonio Hernández Gómez

Portada: *Pachymedusa dacnicolor*, fotografía de José Antonio Hernández Gómez

A SUMMARY OF SOME CONTEMPORARY METHODS USED TO DELIMIT SPECIES BOUNDARIES

Jonathon C. Marshall and Jack W. Sites, Jr.

*Department of Integrative Biology and M.L. Bean Life Science Museum, Brigham Young University, Provo, UT 84602-5181, USA
e-mail: jonathon.c.marshall@hotmail.com*

Resumen: El problema práctico que significa establecer límites interespecíficos es de primera importancia en muchas áreas de la biología evolutiva. La descripción reciente de nuevos métodos para delimitar especies sugiere un renovado interés por este tópico. Primero, discutimos lo que consideramos es un consenso reciente acerca de la naturaleza de la categoría de especie y su relación a las propiedades comunes de especies y métodos usados para delimitar especies. Luego, revisamos algunos de estos métodos tomando en cuenta varias propiedades biológicas relevantes que pueden, además, ser evaluadas empíricamente. Finalmente, revisamos los tipos de datos requeridos, además de sus fortalezas y debilidades para cada método.

Abstract: The practical issue of delimiting species boundaries is of central importance to many areas of evolutionary biology. The number of recently described methods for delimiting species suggests renewed interest in the topic. We begin with a discussion of what we see as an emerging general consensus among evolutionary biologists on the nature of the species entity, common properties of species, and the significance of these issues for delimiting species. Next we review some of these methods by summarizing the relevant biological properties of species amenable to empirical evaluation, the classes of data required, and some of the strengths and limitations of each.

Key words: species, species delimitation, biodiversity.

Species are routinely used as fundamental units of analysis in biogeography, ecology, macroevolution, and conservation biology (Brown, 1996; Blackburn and Gaston, 1998; Barraclough and Nee, 2001; Sites and Crandall, 1997; Peterson and Navarro-Sigüenza, 1999). A deep understanding of evolutionary processes, as well as biodiversity assessments, requires that systematists employ methods to objectively and rigorously delimit what species are in nature. Biologists endeavoring to delimit species boundaries in natural populations are often confronted with an intimidating number of alternative species concepts from which to choose. Mayden (1997) identifies 22 distinct species concepts, and this number is incomplete (Pigliucci, 2003). This number of concepts would suggest that there is no general agreement on what species are. However, many researchers have argued that, in fact, most biologists do agree on what the species entity is in a philosophical sense. De Queiroz (1998: p. 60) noted that 'All modern species definitions either explicitly or implicitly equate species with segments of population level evolutionary lineages'. He labels this the General Lineage Concept (GLC) of species and then argues that most of the other species concepts are merely different criteria used to judge 'whether a

particular entity qualifies as a member of the species category'.

The different criteria are reflective of the various common properties (sometimes associated with different evolutionary processes in play during speciation) that species often possess. Common properties may include such things as reproductive isolation, monophyly, morphological similarity, shared adaptive zones or ecological niches, shared mate-recognition systems, etc. This idea has been proposed in similar terms by a number of other researchers, which we see as an emerging consensus. For instance, Mayden (1997) argues that the non-operational Evolutionary Species Concept (ESC) represents a primary description of species in a theoretical sense, similar to de Queiroz's GLC, and all other concepts are operation tools to be used 'to discover entities in accord with the primary concept'. Templeton (2001) uses the distribution of certain candidate traits associated with the processes that maintain the 'cohesion' of species to delimit their boundaries. These candidate traits, again, are associated with evolutionary processes or common properties of the species entity. Recently, Pigliucci (2003) proposed that species are examples of Wittgenstein's philosophical idea of 'family resemblance' or cluster

concepts. As such, species are entities that can not be defined by a single all-encompassing definition but rather they require a cluster of characteristics to define them. Further, any single species need not possess all such characteristics but only a selection of the total. The characteristics Pigliucci lists as useful in delimiting species are similar to the common properties of species listed above (reproductive isolation, morphological similarity, etc.). Pigliucci would also argue that defining all species as segments of population level evolutionary lineages (the GLC) is invalid because such a criterion should only qualify as one of the cluster characteristics. That philosophical issue aside, we think that all of these arguments share a similar message: species are complex entities resulting from a variety of processes and as such, data gathered from various methodologies, based on different common properties, are important in delimiting their boundaries. No one method or data set reigns supreme, so investigators should adopt a more eclectic approach to the problem.

To aid researchers in selecting the most appropriate methods, we review some of the common protocols for delimiting species. Our review is incomplete and should serve as a beginning for researchers designing studies in which species delimitations are required, or hypothesized species boundaries must be critically tested; more details are given by Sites and Marshall (2003).

GENETIC DISTANCE - HIGHTON ($GEND_H$)

Highton (1989, 1990) suggested that, for some groups characterized by extremely slow rates of morphological evolution (e.g., salamanders of the family Plethodontidae), species boundaries are most easily identified by multilocus allozyme data from which genetic distances (D) are calculated and used to infer the distance that correlates with intrinsic reproductive isolation. Specifically, he argued that groups of samples differing by a Nei genetic distance (Nei, 1972) of 0.15 or higher should be considered distinct species. Highton recognized that this value was arbitrary, but cited an earlier study (Baverstock, 1977) suggesting that allopatric populations differing

by fixed alternative alleles at 15% of their loci were probably different "biological species". These patterns are general enough across non-avian vertebrates to suggest that, as a rule of thumb, the divergence needed to complete speciation is correlated with a $D \approx 0.15 - 0.16$. Operationally, the method is implemented by plotting a histogram of D value frequencies for pairwise comparisons between populations (Highton, 1998); the distribution should be approximately unimodal with values clumping below $D \approx 0.15$ under a hypothesis of conspecificity (Highton, 2000). If the samples comprise different species, then the distribution of D values is expected to be bimodal, with a second peak well above $D = 0.15$ (Fig. 1). This method assumes that reproductive isolation is based on divergence across many loci scattered throughout the genome (Coyne and Orr, 1998), and that allozyme loci diverge in an approximately clock-like manner, so as to correlate with, and serve as a signature for, the emergence of reproductive isolation (see also Highton, 1998, 2000).

POPULATION AGGREGATION ANALYSIS (PAA)

Population aggregation analysis (PAA), a method associated with the phylogenetic species concept, is a formal codification of the traditional methodology for delimiting species based on one or more diagnostic character differences (Davis and Nixon, 1992). The PAA requires that character states be summarized for all individuals in a sample to estimate a population 'profile' for those states. Profiles with no fixed differences between them are then combined into a single profile. This process is continued iteratively until the only remaining sample aggregates are those separated from each other by fixed character state differences, and these are taken to be species (Fig. 2). PAA has been used to delimit species boundaries in insects (Goldstein and Desalle, 2003, O'Grady et al. 2002), mammals (Wyner et al. 1999), bryophytes (Sastad et al. 1999) and fish (Birstein, 1998).

THE EXCLUSIVITY CRITERION (EXCL)

Baum and Shaw (1995) described a method to delimit 'genealogical species' based on two re-

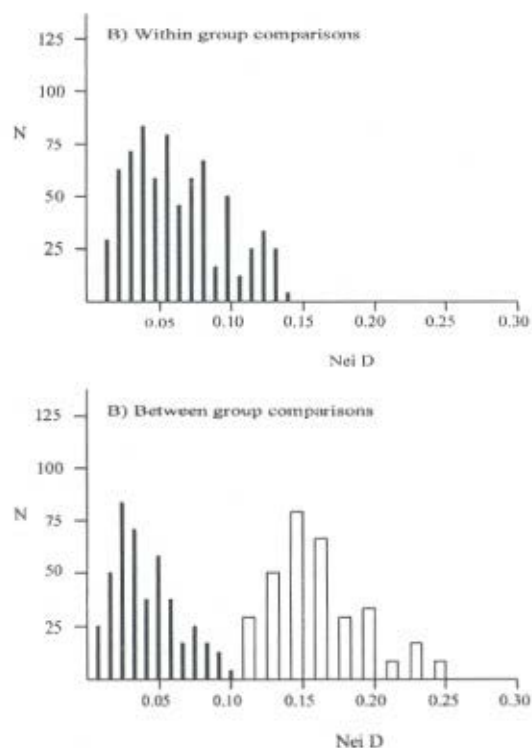


Figure 1. Frequency distribution for pair-wise comparisons of population genetic distances.

quirements: (1) species are basal taxa—they must not themselves contain taxa; and (2) species reside at the boundary between reticulate and divergent genealogy, where unlinked genes should have concordant genealogical histories. Species are therefore defined as exclusive groups; those in which all members are more closely related to each other than to any organism outside of the group, and these can only be delimited when relationships are hierarchical. The method requires the reconstruction of gene trees for unlinked loci collected from the same individuals, then a strict consensus of the trees is taken to define points of concordance, and species are delimited by exclusive nodes. Taylor et al. (2000) review a number of studies using the exclusivity criterion to delimit species in fungi; also Vink and Paterson (2003) used this methodology in a study of the spider genus *Anoteropsis*, and Miller and Spooner (1999) examined species boundaries in the wild potato *Solanum brevicaula*.

Sample individual	Biological attributes							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Locality 1								
a	1	0	1	1	AB	AA	BB	AB
b	1	0	1	2	AA	AC	BB	AB
c	1	0	0	1	AA	BB	BB	AA
d	1	0	1	2	AA	AB	BB	BB
e	1	0	1	1	AA	AA	BB	AB
Population profile	1	0	±	±	AA	±	AA	±
Locality 2								
a	0	0	1	3	AA	AB	CC	CD
b	0	0	1	4	AA	AB	CC	DD
c	0	0	0	3	AA	AA	CC	CD
d	0	0	1	4	AA	AB	CC	CD
Population profile	0	0	±	±	AA	±	CC	±
Locality 3								
a	0	1	1	3	AA	AB	DD	EE
b	0	1	0	4	AA	AB	DD	EE
c	0	1	1	3	AA	AA	CD	EE
d	0	0	0	3	AA	AB	DD	EE
e	0	1	1	3	AA	BB	DD	DE
f	0	1	0	4	AA	AB	DD	EE
g	0	1	1	3	AA	AB	DD	EE
h	0	1	0	4	AA	AB	DD	EE
i	0	1	1	3	AA	AB	DD	EE
Population profile	0	±	±	±	AA	±	±	±

Figure 2. Hypothetical example of the implementation of PAA (modified from Table 1, Box 1, Sites and Marshall, 2003). The aggregate population profiles inferred for these three samples support recognition of two distinct species; localities 2 and 3 are combined because no attributes are fixed for alternative states between them, but locality 1 can be diagnosed relative to the others by attributes 1 and 7 (fixed for alternative states) and 4 and 8 (fixed for alternative polymorphisms).

DNA/morphological genealogy

Wiens and Penkrot (2002) described protocols for DNA and morphological tree-based methods for delimiting species. The DNA method is used in combination with a Nested Clade Analysis (NCA; Templeton, 1995), and relies on a phylogeny of nonrecombining haplotypes (e.g., mtDNA) of known locality and taxonomic designation, so that failure of haplotypes from a given locality to cluster together is potential evidence for gene flow

with other populations. The tree-based morphological method is based on population (rather than individual) sampling and considers sets of populations that are strongly supported, exclusive, and concordant with geography as species. The proposed species may also be a single, non-exclusive species if the basal clades of populations are weakly supported, discordant with geography, and appear on adjacent branches of the phylogeny (such that the focal species is paraphyletic). Both DNA and morphological tree-based methods can be implemented using simplified flow charts that lead to several other alternatives (see Wiens and Penkrot, 2002). A recent example of the use of this methodology can be found in Doan and Castoe (2003).

TEMPLETON'S TESTS OF COHESION (TTC)

The TTC approach infers both historical and ongoing demographic processes, as well as the expected patterns they generate, to delimit species. This method is done in a manner that can be statistically tested through a set of nested hypotheses that evaluate the correlation of genotypes and/or phenotypes with geographical location (the NCA; Templeton, 1995). The protocol tests two hypotheses: (H_1) organisms sampled are derived from a single evolutionary lineage; and (H_2) populations of lineages identified by rejection of H_1 are 'genetically exchangeable' (e.g., sexually reproducing species are interconnected by gene flow) and/or 'ecologically interchangeable' (e.g. sexually reproducing species that have allopatric populations, or asexually reproducing species, share among conspecifics the same adaptations and environmental tolerances). Species are recognized only after rejection of both hypotheses at the same levels of divergence.

Specifically, one tests H_1 by constructing haplotype networks, calculating nested clade distance measures, and testing for statistically significant associations of nested clades with geographic locations (Posada et al. 2000). If significant associations are found at one or more clade levels, one then follows an inference key (Templeton, 1998) to discriminate among different biological processes that might cause the significant asso-

ciation. One such explanation that may be inferred is historical fragmentation at some clade level, and this is the only inference that provides evidence of the possible existence of separate evolutionary lineages, and requires the rejection of H_1 .

After rejecting H_1 the next step is then to test H_2 , that the lineages defined by the fragmentation event(s) are genetically exchangeable and/or ecologically interchangeable (Templeton, 2001). H_2 can be evaluated by testing for a statistical concordance of candidate traits for genetic exchangeability (e.g., those associated with prevention or promotion of gene flow, including pre-mating isolating/fertilization mechanisms, mate-recognition systems, etc.) with the evolutionary lineages defined in the rejection of H_1 . The same can be done for candidate traits for ecological interchangeability (life-history traits, habitat requirements or preferences, physiological tolerances/adaptations; Templeton, 1994, 1998, 1999). H_2 is rejected by a significant association of either set of candidate traits and the previously identified evolutionary lineages. The lineages are inferred to be distinct cohesion species only if H_2 is rejected.

Hull (1997) criticized the TCC because the processes and mechanisms it specifies are difficult to discern. Which "candidate traits" should be used to test genetic and demographic exchangeability? Empirical attempts have been made to test each type. Desalle (1984) used the number of front tibia bristles, which are used in male courtship, to test genetic exchangeability in *Drosophila silvestris*. Shaw (1999) used song patterns (mate recognition) in the Hawaiian cricket genus *Laupala*, and Templeton (1999) used chromosome number in races of mole rats (*Spalax ehrenbergi*) as candidate traits for genetic exchangeability. Demographic or ecological interchangeability arises from "the shared fundamental adaptations that define a population's fundamental niche or selective regime" (Templeton, 1998). Selection of candidate traits can be subjective and there is no explicit protocol for the choice of such traits. However, Templeton (1999), in the same mole rat study mentioned above, used nonshivering thermogenesis, hematocrit and hemoglobin concentrations, breathing and heartbeat frequen-

cies, and oxygen and carbon dioxide pressures in subcutaneous gas pockets, as candidate traits to test for ecological interchangeability between different microhabitats typical of the different chromosome races of *S. ehrenbergi*. Gomez-Zurita et al. (2000) used trophic selection and altitude of habitat in leaf beetles (*Timarcha goettingensis*) as candidate ecological traits. Testing for TCC requires dense population sampling and a data rich system, which has been a limitation, but with the current facility of generating molecular data, more studies can and should be done.

DISCUSSION

Table 1 summarizes the methods reviewed here relative to biological properties and criteria, the kinds of data suitable, and some assumptions and limitations of each. Some methods have technological limitations. The EXCL test requires multiple unlinked genetic markers which are often not available for some taxa (Hare, 2001; Zhang and Hewitt, 2003). Available methods are heavily biased in favor of the use of molecular (or at least genetic) markers, and although some stress the need for corroboration from independent data ($GenD_H$), only PAA, WP, and TTC explicitly provide for inclusion of morphological data. All methods are sensitive to under sampling of characters and individuals, and these limitations have been addressed for some methods. The PAA requires that diagnostic character states be 'fixed' (present at 100% frequency) in species, but with few exceptions, this criterion will be unattainable at normally accepted levels of statistical confidence with finite sample sizes. Wiens and Servedio (2000) described a statistical test which permits one to ascertain diagnostic characters with an *a priori* chosen level of statistical confidence in finite sample sizes. The EXCL (Baum and Shaw, 1995) does not specify what proportion of unlinked loci must show allele monophyly for a group of samples to qualify as a genealogical species (Hudson and Coyne, 2002). The TTC boasts wide applicability based on dense individual, population, and character sampling; its criteria are quantitative, and because absolute categorical properties (character fixation, exclusivity, etc.) are not

required, TTC can accommodate 'borderline' cases that arise from incomplete lineage sorting, or hybridization, and still retrieve a clear 'signal' when species boundaries are not 'clean' (Templeton, 2001). However, its permutation tests (Posada et al. 2000) may be insufficiently conservative and mislead inferences under some population structures (Petit and Grivet, 2002), and the NCA does not statistically distinguish among alternative inferences or provide estimates of uncertainty for its conclusions (Knowles and Madson, 2002).

The emerging debates over species delimitation suggest that both systematists (Frost, 2000) and population biologists (Harrison, 1998; Wu, 2001) are giving the issue serious attention. There is agreement that speciation processes create "fuzzy" boundaries under which all methods will occasionally fail or be discordant with each other (Frost and Hillis, 1990; Graybeal, 1995; Highton, 1998). Different methods delimiting distinct boundaries may be a result of identifying separate biological properties that change during the speciation process (Table 1). For this reason, investigators need to clearly identify *a priori* the criteria they use to test or delimit species in empirical studies. Given the paucity of studies comparing the performance of multiple methods (Wiens and Penkrot, 2002), few generalities can be made about which methods are 'best' for a variety of taxa and biological properties, and the issue requires further comparative study.

LITERATURE CITED

- Barraclough, T. G. y S. Nee. 2001. Phylogenetics and speciation. *Trends Ecol. Evol.* 16: 391-399.
- Baum, D. A. y K. L. Shaw. 1995. Genealogical perspectives on the species problem. Pp. 289-303. *In* P. C. Hoch y A. G. Stephenson (Eds.). *Experimental and Molecular Approaches to Plant Biosystematics*. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA.
- Baverstock, P. R., C. H. S. Watts y S. R. Cole. 1977. Electrophoretic comparisons between allopatric populations of five Australian pseudo-

Table 1. Empirical methods for diagnosing species boundaries.

Method ^a	Relevant biological properties/criteria ^b	Classes of data suitable to method	Generality ^c	Assumptions/Limitations
GenD _H	Time-dependent emergence of reproductive	Multilocus allele frequency data	B	Assumes a molecular clock correlated with a genomic basis for reproductive isolation
PAA	Lineage isolation sufficient for fixation of character states	Allozymes, chromosomes, morphology; presence/absence data	A(?),B	Assumes conspecificity of individuals from same locality, character fixation statistically difficult to show at conventional levels of confidence
EXCL	Lineage isolation sufficient for allele coalescence to exclusivity at unlinked loci, at same point in time	DNA haplotypes for multiple loci	A(?),B	Requires unspecified number unlinked genes with divergence profiles matched to timing of speciation events
WP	Lineage isolation sufficient for geographic character divergence	DNA haplotypes, morphology, etc.	A(?),B	Assumes no gene flow between species; no recombination between haplotypes
TTC	Lineage isolation sufficient for attainment of ecological/allopatric character divergence	Genetic, ecological, morphological, or physiological data, with DNA haplotypes	A,B	Inference key can be misled if density of sampling is over-dispersed relative to vagility; H ₂ can never be completely falsified; selection of candidate traits may be subjective

^a Abbreviations: exclusivity criterion (EXCL), genetic distance Highton (GenD_H), population aggregation analysis (PAA), Templeton's tests for cohesion (TTC), Wiens and Penkrot method (WP).

^b These are deliberately general because multiple properties (criteria) are manifested during the speciation process, but both the order of their appearance and their relevance to testing species boundaries depends on many idiosyncratic conditions and mechanisms associated with a particular speciation event, and at what point along the trajectory extant populations are sampled.

^c Generality refers to a method's relevance to asexual(A) and/or bisexual(B) taxa.

myine rodents (Muridae). *Aust. Jour. Biol. Sci.* 30: 471-485.

Birstein, V.J., P. Doukakis, B. Sorkin y R. DeSalle. 1998. Population aggregation analysis of three caviar-producing species of sturgeons and implications for the species identification of black caviar. *Cons. Biol.* 12: 766-775.

Blackburn, T. M. y K. J. Gaston. 1998. Some methodological issues in macroecology. *Am. Nat.* 51: 6814-6883.

Brown, J. H., G. C. Stevens y D. M. Kaufman. 1996. The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 27: 597-623.

Coyne, J. A. y A. H. Orr. 1998. The evolutionary genetics of speciation. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B* 353: 287-305.

Davis, J. I. y K. C. Nixon 1992. Populations, genetic variation, and the delimitation of phylogenetic species. *Syst. Biol.* 41: 421-435.

De Queiroz, K. 1998. The general lineage concept of species, species criteria, and the process of speciation. Pp. 57-75. *In* D. J. Howard y S. H. Berlocher (Eds.). *The relevance of species concepts for the study of speciation*, Oxford University Press, Oxford, UK.

DeSalle, R. 1984. Mitochondrial DNA Evolution and Phylogeny in the *plantibia* subgroup of

- Hawaiian *Drosophila*. Ph. D. thesis, Washington University, St. Louis, Missouri, USA.
- Doan, T. M. y T. A. Castoe. 2003. Using morphological and molecular evidence to infer species boundaries within *Proctoporus bolivianus* Werner (Squamata: Gymnophthalmidae). *Hepetologica* 59: 432-449.
- Frost, D. R. y D. M. Hillis. 1990. Species in concept and practice: herpetological applications. *Herpetologica* 46: 87-104.
- Frost, D. 2000. Species, descriptive efficiency, and progress in systematics. Pp. 7-29. In R. C. Bruce, R. G. Jaeger y L. D. Houck (Eds.). *The Biology of Plethodontid Salamanders*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, New York, USA.
- Goldstein, P. Z. y R. Desalle. 2003. Calibrating phylogenetic species formation in a threatened species in the replete species group. *Mol. Ecol.* 12: 1993-1998.
- Graybeal, A. 1995. Naming species. *Syst. Biol.* 44: 237-250.
- Hare, M. P. 2001. Prospects for nuclear gene phylogeography. *Trends Ecol. Evol.* 16:700-706.
- Harrison, R. G. 1998. Linking evolutionary pattern and process. Pp. 19-31. In D. J. Howard y S. H. Berlocher (Eds.). *The relevance of species concepts for the study of speciation*, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Highton, R. 1989. Biochemical evolution in the slimy salamanders of the *Plethodon glutinosus* complex in the eastern United States. Part I. Geographic protein variation. *Illinois Biol. Monogr.* 57: 1-78.
- Highton, R. 1990. Taxonomic treatment of genetically differentiated populations. *Herpetologica* 46: 114-121.
- Highton, R. 1998. Is *Ensatina eschscholtzii* a ring-species? *Herpetologica* 54: 254-278.
- Highton, R. 2000. Detecting cryptic species using allozyme data. Pp. 215-241. In R. C. Bruce, R. G. Jaeger y L. D. Houck (Eds.). *The Biology of Plethodontid Salamanders*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, New York, USA.
- Hudson, R. R. y J. A. Coyne. 2002. Mathematical consequences of the genealogical species concept. *Evolution* 56: 1557-1565.
- Hull, D. L. 1997. The Ideal Species Concept and Why We Can't Get It. Pp. 357-377. In M. F. Claridge, A. H. Dawah y M. R. Wilson (Eds.). *Species: The Units of Biodiversity*. Chapman & Hall, London, England. UK.
- Knowles, L. L. y W. P. Maddison. 2002. Statistical parsimony. *Mol. Ecol.* 11: 2623-2635.
- Mayden, R. L. 1997. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. Pp. 381-424. In M. F. Claridge, A. H. Dawah y M. R. Wilson (Eds.). *Species: The Units of Biodiversity*. Chapman & Hall, London, England. UK.
- Miller, J. T. y D. M. Spooner. 1999. Collapse of the species boundaries in the wild potato *Solanum brevicaulis* complex (Solanaceae, S. sect. Petota): molecular data. *Plant Syst. Evol.* 214: 103-130.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *Am. Nat.* 106: 283-292.
- Peterson, A. T. y A. G. Navarro-Sigüenza. 1999. Alternate species concepts as bases for determining priority conservation areas. *Conserv. Biol.* 13: 427-431.
- Petit, R. J. y D. Grivet. 2002. Optimal randomization strategies when testing the existence of phylogeographic structure. *Genetics* 161: 169-171.
- Pigliucci, M. 2003. Species as family resemblance concepts: the (dis-) solution of the species problem? *BioEssays* 25: 596-602.

- O'Grady, P. M., C. M. Durando, W. B. Heed, M. Wasserman, W. Etges y R. DeSalle. 2002. Genetic divergence within the *Drosophila mayaguana* subcluster, a closely related triad of Caribbean species in the replete species group. *Hereditas* 136: 240-245.
- Posada, D., K. A. Crandall y A. R. Templeton. 2000. GEODIS: a program for the cladistic nested analysis of the geographic distribution of genetic haplotypes. *Mol. Ecol.* 9: 817-818.
- Sastad, S. M., H. K. Stenoien y K. I. Flatberg. 1999. Species delimitation and relationships of the *Sphagnum recurvum* complex (Bryophyta) as revealed by isozyme and RAPD markers. *Syst. Bot.* 24: 95-107.
- Shaw, K. L. 1999. A Nested Analysis of Song Groups and Species Boundaries in the Hawaiian Cricket Genus *Laupala*. *Mol. Phyl. Evol.* 11: 332-341.
- Sites, J. W., Jr. y K. A. Crandall. 1997. Testing species boundaries in biodiversity studies. *Conserv. Biol.* 11: 1289-1297.
- Sites, J. W., Jr. y J. C. Marshall. 2003. Delimiting species: A renaissance issue in systematic biology. *Trends Ecol. Evol.* 18: 462-470.
- Taylor, J. W., D. L. Jacobson, S. Kroken, T. Kasuga, D. M. Geiser, D. S. Hibbett, y M. C. Fisher. 2000. Phylogenetics species recognition and species concepts in fungi. *Fungal Genet. Biol.* 31: 21-32.
- Templeton, A. R. 1994. The role of molecular genetics in speciation studies. Pp. 455-477. *In* B. Schierwater, B. Streit, G. P. Wagner y R. DeSalle (Eds.). *Molecular Ecology and Evolution: Approaches and Application*. Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland.
- Templeton, A. R. 1998. Nested clade analyses of phylogeographic data: testing hypotheses about gene flow and population history. *Mol. Ecol.* 7: 381-397.
- Templeton, A. R. 1999. Using gene trees to infer species from testable null hypotheses: cohesion species in the *Spalax ehrenbergi* complex. Pp. 171-192. *In* S. P. Wasser (Ed.). *Evolutionary Theory and Process: Modern Perspectives, Papers in Honour of Eviatar Nevo*. Kluwer Academic Publishers, New York, New York, USA.
- Templeton, A. R. 2001. Using phylogeographic analyses of gene trees to test species status and boundaries. *Mol. Ecol.* 10: 779-791.
- Templeton, A. R., E. Routman y C. A. Phillips. 1995. Separating population structure from history: a cladistic analysis of the geographical distribution of mitochondrial DNA haplotype in the tiger salamander, *Ambystoma tigrinum*. *Genetics* 140: 767-782.
- Vink, C. J. y A. M. Paterson. 2003. Combined molecular and morphological phylogenetic analyses of the New Zealand wolf spider genus *Anoteropsis* (Araneae: Lycosidae). *Mol. Phyl. Evol.* 28: 576-587.
- Wiens, J. J. y T. A. Penkrot. 2002. Delimiting species using DNA and morphological variation and discordant species limits in spiny lizards (*Sceloporus*). *Syst. Biol.* 51: 69-91.
- Wiens, J. J. y M. R. Servedio. 2000. Species delimitation in systematics: inferring diagnostic differences between species. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B.* 267: 631-636.
- Wu, C. I. 2001. The genetic view of the process of speciation. *J. Evol. Biol.* 14: 851-865.
- Wyner, Y. M., G. Amato y R. Desalle. 1999. Captive breeding, reintroduction, and the conservation genetics of black and white ruffed lemurs, *Varecia variegata variegata*. *Mol. Ecol.* 8: S107-S115.
- Zhang, D.-X. y G. M. Hewitt. 2003. Nuclear DNA analyses in genetic studies of populations: practice, problems, and prospects. *Mol. Ecol.* 12: 563-584.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ENSAMBLE DE ANFIBIOS Y REPTILES DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA, MÉXICO

Vicente Mata-Silva

University of Texas at El Paso (UTEP), Department of Biological Sciences, 500 West University Avenue, El Paso, TX 79968 USA

e-mail: vmata@utep.edu

Resumen: Se efectuó una comparación herpetofaunística en tres zonas de mezquites (*Prosopis laevigata*) con diferentes grados de alteración (zona 1 = poco alterada; zona 2 = alterada y zona 3 = muy alterada) a orillas del Río Zapotitlán en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Se realizaron muestreos de abril a octubre de 1998. La riqueza específica fue mayor en las zonas 1 y 2 (11 especies en la zona 1 y 12 especies en la zona 2) y menor en la zona 3 (4 especies). La diversidad y la densidad parecen estar determinadas por la precipitación más que por la temperatura. La densidad absoluta fue mayor en el mes de junio para las tres zonas; pero en todos los meses, la zona 1 presentó los valores más altos con respecto de las demás zonas. Con respecto a la diversidad de espacios ocupados, las especies resultaron ser especialistas en diferentes grados.

Abstract: A herpetofaunistic comparison was carried out between three zones of mezquites (*Prosopis laevigata*) with different stages of alteration (zone 1 = less altered; zone 2 = altered, and zone 3 = very altered) on the banks of the Río Zapotitlán in Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. The three zones of comparison were sampled from April to October 1998. It was found that the specific richness was higher in zones 1 and 2 (11 species in zone 1, and 12 species in zone 2) while it was lower in zone 3 (4 species). The diversity and density seem to be determined more by precipitation than by temperature. The absolute density was higher in the month of July for all three zones; however, zone 1 had the highest values in all the months in comparison to the other zones. In addition, with respect to the diversity of microhabitats, the species were specialists in varying degrees.

Palabras clave: especies, comparativo, ensamble, anfibios, reptiles, Zapotitlán de las Salinas, valle, Tehuacán, Puebla.

Key words: comparison, assemblage, amphibians, reptiles, Zapotitlán de las Salinas, valley, Tehuacán, Puebla.

La acelerada perturbación que están sufriendo las zonas áridas y semiáridas por las actividades humanas como la sobreexplotación de la cobertura vegetal, erosión del suelo, y el sobrepastoreo, son factores que influyen directamente en la modificación del ambiente, resultando en una rápida degradación y desaparición de estas áreas (Rzedowski, 1996). Ante la velocidad con que son degradados los hábitats naturales que conforman a estos ecosistemas, es necesario efectuar estudios que nos permitan identificar y comprender cuál es la influencia que ejercen los procesos de degradación de los hábitats sobre la comunidad de anfibios y reptiles.

Existen diversos estudios comparativos herpetofaunísticos en zonas áridas y semiáridas entre los más conocidos están: los de Pianka (1970, 1973, 1975); Mares et al. (1977); Maury y Barbault (1981) y Gallina et al. (1985). En México existen trabajos comparativos herpetofaunísticos que consideran diferentes tipos de vegetación por mencionar algunos como: Casas-Andreu et al. (1978), Camarillo (1981), Hernández (1989), Castro y Bustos (1994) y Canseco (1996). Sin embargo solamente Lemos-Espinal y Rodríguez (1984) consideran el factor de la alteración en un mismo tipo vegetación.

En este trabajo se compara la riqueza específica, diversidad, densidad absoluta y amplitud de los anfibios y reptiles de tres zonas con diferentes grados de alteración en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

MÉTODOS

Área de estudio

El Municipio de Zapotitlán de las Salinas (18° 07' 18" latitud Norte y 97° 19' 24" longitud Oeste; Osorio-Beristain, 1996) está ubicado dentro del Valle de Tehuacán en la parte sur del estado de Puebla (Fig. 1). El clima es de tipo Bskw (w), semiseco templado con lluvias en verano, pero escasas a lo largo del año, el porcentaje de precipitación anual es menor de 15%, verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C (Secretaría de Gobernación del Estado de Puebla, 1988). Existe una marcada estacionalidad de las lluvias, cuatro meses consecutivos son de lluvias, comenzando con el mes de junio, que es el mes más consistente en lluvias, seguido de una marcada canícula, y después, septiembre no tan consistente debido a la variación de los ciclones tropicales (Valiente-Banuet, 1991). Los principales tipos de vegetación son bosque de cactáceas columnares arborecen-



Figura 1. Área de estudio.

tes, vegetación arbolada y matorrales dominados por arbustos perennifolios espinosos (Valiente-Banuet et al. 2000).

En el área de estudio se seleccionaron tres zonas de mezquital o selva baja perennifolia (Valiente-Banuet et al. 2000) con diferentes grados de alteración. Estas zonas fueron escogidas de acuerdo a los criterios propuestos por el Laboratorio de Edafología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO) del Campus Iztacala-UNAM. Dichos criterios están basados en la densidad de mezquite (*Prosopis laevigata*). La zona 1, se consideró como poco alterada y presenta una mayor cobertura vegetal. La zona 2, se consideró como alterada, presentando una menor cobertura vegetal que la zona 1 y un suelo bastante fragmentado. Finalmente, la zona 3, es la que presenta una menor cobertura vegetal con relación a las anteriores, y se consideró como muy alterada (Fig. 2). Las zonas se encuentran sobre depositaciones aluviales a lo largo del Río Zapotitlán.

Se llevaron a cabo dos salidas mensuales a la zona de estudio durante siete meses (abril a octubre de 1998). No se muestreó en los meses de noviembre a enero debido a la disminución de la actividad de

los organismos por las bajas temperaturas que se presentan en estos meses.

En cada zona de comparación se realizaron muestreos a lo largo de transectos aleatorios en línea (Brower y Zar, 1979), con una extensión de 1000 m x 10 m. Los organismos se buscaron en todos los tipos de microhábitas disponibles, tales como: bajo mezquite, sobre tocón, bajo tocón, bajo arbusto, entre arbustos, sobre pared de tierra, bajo roca, sobre roca, sobre pasto y entre hierbas. Las especies *Cnemidophorus parvisocius* y *C. sacki* están citadas como *Aspidoscelis parvisocius* y *A. sacki* (Reeder et al. 2002) y *Sistrurus ravus* como *Crotalus ravus* (Murphy et al. 2002).

El índice de diversidad herpetofaunística se obtuvo con base a los criterios de Shannon-Weaver (1947, citado en Krebs, 1978).

$$H' = \sum_{i=1}^s (P_i)(\log P_i)$$

donde $P_i = n_i/N$, esto es la proporción del número total de individuos pertenecientes a la especie "i" con respecto al total de organismos en la

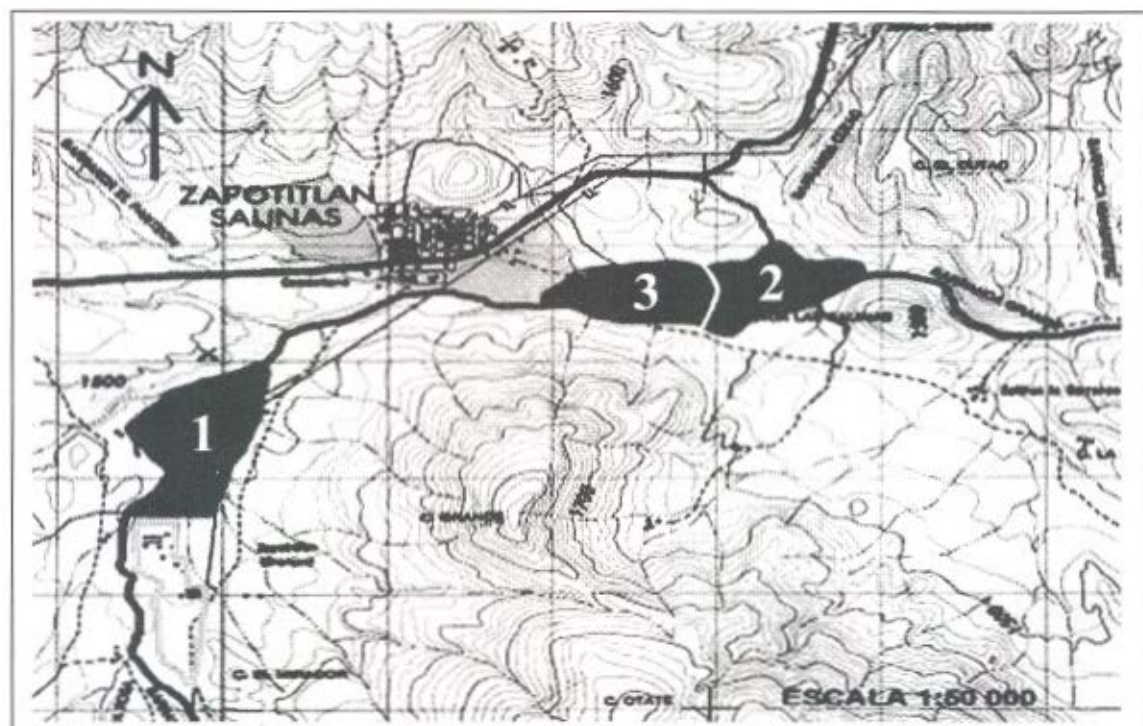


Figura 2. Zonas de comparación herpetofaunística de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

comunidad; n_i = número de individuos de la especie "i"; N = número de individuos de todas las especies y s = número de especies.

Se determinó la densidad absoluta de acuerdo a la relación siguiente (Brower y Zar, 1979; Cox, 1976):

$$DA = \frac{\text{número de individuos}}{\text{área muestreada}}$$

Se calculó la amplitud en la utilización del recurso espacio de acuerdo al índice de diversidad de Simpson en forma estandarizada (Levins, 1968):

$$Ds = \frac{[\sum Pi^2]^{-1}}{N-1}$$

Donde P_i = proporción de individuos que utilizan el recurso i y N = número de microhábitats ocupados por la comunidad.

RESULTADOS

Riqueza de especies

En el Cuadro 1 se puede observar la riqueza de especies y subespecies encontrada en cada una de las zonas de estudio. Las zonas 1 y 2 fueron las que presentaron el mayor número de especies. Esto puede deberse a que estas zonas presentan una mayor disponibilidad de recursos como la heterogeneidad espacial que favorecen la presencia de las especies. Existen especies que se registraron solamente en la zona 1 y otras solo en la zona 2, debido a los recursos y condiciones que necesitan, como es el caso de los anfibios que se registraron en cuerpos de agua en la zona 2. Adicionalmente, existen especies de hábitos selectivos y/o coloraciones crípticas, como es el caso de las serpientes, las cuales fueron registradas ocasionalmente en las diferentes zonas de estudio. Es de notarse la pobreza de las especies en la zona 3, probablemente debido a la gran perturbación, que provocó la restricción y desaparición de los

diferentes hábitats que ocupan u ocuparon otras especies.

Cuadro 1. Especies y subespecies registradas en cada una de las zonas de estudio durante el periodo de abril a octubre de 1998 en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Especies y subespecies	Zona 1	Zona 2	Zona 3
<i>Bufo occidentalis</i>		*	
<i>Rana spectabilis</i>		*	
<i>Phyllodactylus bordai</i>	*	*	
<i>Ctenosaura pectinata</i>		*	
<i>Sceloporus gadoviae</i>	*	*	*
<i>Sceloporus h. horridus</i>	*	*	*
<i>Sceloporus jalapae</i>	*		
<i>Urosaurus b. bicarinatus</i>		*	
<i>Anolis quercorum</i>	*		
<i>Aspidoscelis parvisocius</i>	*	*	*
<i>Aspidoscelis sacki</i>	*	*	*
<i>Lampropeltis triangulum campbelli</i>		*	
<i>Masticophis mentovarius</i>	*	*	
<i>Thamnophis cyrtopis collaris</i>		*	
<i>Leptotyphlops maximus</i>	*		
<i>Crotalus molossus oaxacicus</i>	*		
<i>Crotalus rarus</i>	*		
No. de especies y subespecies	11	12	4

Diversidad

En el Cuadro 2, se observa que los valores de los índices de diversidad varían en las tres zonas de estudio, siendo más altos en la zona 1 (de abril a julio). Después le sigue la zona 2 con valores más altos en abril, junio, julio y octubre. Finalmente, la zona 3 presentó los valores de índice de diversidad más bajos con relación a las otras zonas, su valor más alto se presenta en el mes de octubre.

En las Figuras 3 y 4 se observan los valores del índice de diversidad mensual para las tres zonas de estudio, donde estos valores no coinciden con la temperatura mensual; sin embargo, presentan una mayor coincidencia con la precipitación promedio mensual.

Microhábitats disponibles

Como se puede observar en la Figura 5, se registraron diferentes cantidades de microhábitats para cada una de las zonas de estudio, esto refleja el diferente grado de heterogeneidad espacial que

se presenta en cada una de ellas debido a la perturbación que han sufrido. Las zonas 1 y 2 son las que presentan un mayor número de microhábitats, ésto se relaciona con una mayor densidad de individuos. Por el contrario, la zona 3 fue la que presentó el menor número de microhábitats y una menor densidad de individuos en todos los meses de muestreo. Esto se puede deber a que cada una de las zonas presentan diferencias en su topografía, cubierta vegetal y en su estructura, siendo la zona 1 la que presentó una vegetación más heterogénea y la zona 3, la que presentó una menor cobertura vegetal, reflejándose en la presencia de pocos microhábitats.

Cuadro 2. Valores de los índices de diversidad y densidad absoluta mensual en las tres zonas de estudio de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, en el año de 1998.

Mes	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Abril	0.562	0.58	0.177
	0.0044	0.0048	0.0014
Mayo	0.511	0.35	0.254
	0.0051	0.0017	0.0011
Junio	0.531	0.529	0.436
	0.0143	0.0081	0.0024
Julio	0.636	0.573	0.428
	0.0097	0.0047	0.0019
Agosto	0.457	0.43	0.468
	0.0046	0.0027	0.0019
Septiembre	0.251	0.382	0.422
	0.0018	0.0015	0.0008
Octubre	0.438	0.533	0.555
	0.0026	0.0024	0.0010



Figura 3. Fluctuaciones de los índices de diversidad mensual en las tres zonas de estudio de Zapotitlán de las Salinas, Puebla; graficados con la temperatura promedio mensual de 23 años (Servicio Meteorológico Nacional). H' = índice de diversidad.



Figura 4. Fluctuaciones de los índices de diversidad mensual de la herpetofauna de las tres zonas de estudio en Zapotitlán de las Salinas, Puebla; graficados con la precipitación promedio mensual de 23 años (Servicio Meteorológico). H' = índice de diversidad.



Figura 5. Se muestra el número de microhábitats registrados en las tres zonas de estudio de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Distribución espacial

En los Cuadros 3, 4 y 5 se observa que las poblaciones que aprovecharon el mayor número de microhábitats son *A. parvisocius* (16 en la zona 1, 13 en la zona 2, y 7 en la zona 3) y *A. sacki* (16 en la zona 1, 15 en la zona 2, y 11 en la zona 3) ya que éstas se observaron en microhábitats muy diversos relacionados a la superficie terrestre. Estas dos especies tienen una marcada preferencia por los espacios abiertos por ejemplo, bajo el mezquite, entre herbáceas y bajo arbustos espinosos; en los demás microhábitats, se les observó con menor frecuencia.

Sceloporus gadoviae ocupa el segundo lugar en cuanto al número de tipos de microhábitats

ocupados (14 en la zona 1, 7 en la zona 2 y 3 en la zona 3), observándola con mayor frecuencia sobre las paredes de tierra, solamente algunos individuos usan otros tipos de microhábitats con menor frecuencia.

Las demás especies explotan un número menor de microhábitats, ya sea porque son menos generalistas, pero esta percepción podría cambiar si se considera que en la zona existen especies no comunes, principalmente las serpientes, por lo que éstas son poco observadas en actividad.

Densidad

En lo referente a la densidad absoluta, en el Cuadro 2 y la Figura 6, se observa que en la zona 1, en junio se presentó la densidad absoluta más alta, resultando 0.0143 individuos / km^2 , esto coincide con el inicio de la temporada de lluvias, en el cual se presenta una mayor presencia de humedad. Le sigue julio con un valor de 0.0097 individuos / km^2 . Contrariamente, en septiembre, se presentó el valor más bajo de densidad absoluta (0.0018 individuos / km^2) siendo también el mes que presentó un estado del tiempo sumamente variable en los días de muestreo.

En la zona 2, el mes que presentó la mayor densidad absoluta (0.0081 individuos / km^2) también fue junio, el mes que le sigue fue abril, con 0.0047 individuos / km^2 . Por otra parte, el mes de septiembre presentó el valor más bajo (0.0015 individuos / km^2).

Con relación a la zona 3, los valores de densidad absoluta, variaron muy poco en todos los meses de estudio, siendo valores bajos en todos los casos. El mes que presentó la mayor densidad absoluta fue junio (0.0024 individuos / km^2) y el más bajo (0.0008 individuo / km^2) fue septiembre.

De las tres zonas de estudio, la zona 1 es la que presentó una mayor densidad absoluta en todos los meses (excepto en el mes de abril), siguiéndole la zona 2 y finalmente la zona 3. El mes de junio es cuando se acentuaron más los valores de densidad absoluta, coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias y con el valor más alto de precipitación.

Cuadro 5. Frecuencia de microhábitats ocupados por las especies de la zona 3, en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

ESPECIE	MICROHÁBITAT												total de individuos	microhábitats ocupados	Frecuencia	
	en pared de tierra	en espacio abierto	sobre mezquite	bajo mezquite	entre cultivo	bajo ramas secas	sobre hojarasca	bajo pirul	en canal	en cerca	entre rocas	entre herbáceas				bajo Opuntia
1 <i>S. gadoviae</i>	9	1									1			11	3/13	23%
2 <i>S. h. horridus</i>			4	3			2						1	10	4/13	23%
3 <i>C. parvisocius</i>		14		13		2		1			1	7	1	39	7/13	46%
4 <i>C. s. sacki</i>		14		10	1	2	2	2	1	2	4	6	1	45	11/13	84%
Total de individuos	9	29	4	26	1	4	4	3	1	2	6	13	3	105		
Total de especies	1	3	1	3	2	2	2	2	1	1	3	2	3			

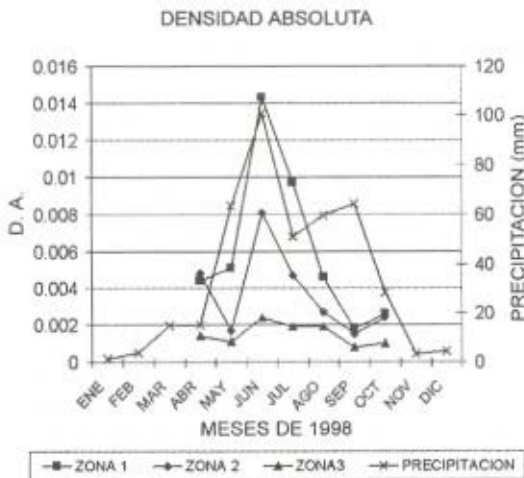


Figura 6. Fluctuaciones de los índices de densidad absoluta en las tres zonas de estudio en Zapotitlán de las Salinas, Puebla; graficados con la precipitación promedio mensual de 23 años (Servicio Meteorológico Nacional). D. A. = densidad absoluta.

Amplitud en la utilización del recurso espacio

En el Cuadro 6, se observa que en las tres zonas de estudio, todas las especies presentaron valores bajos con relación a la utilización del recurso

espacio, por lo que, a estas especies se les podría considerar como especialistas en diferentes grados con relación a esta dimensión.

El valor más alto en la utilización del recurso espacio lo presentó *A. s. sacki* (0.395) en la zona 3, debido a que es la especie que utiliza la mayor cantidad de microhábitats. *Sceloporus h. horridus* es la especie que presenta los valores de utilización de recursos más altos en la zona 1 y 2 (0.229 y 0.242, respectivamente) debido a que los pocos organismos observados estaban ocupando diferentes microhábitats. Por otro lado, las especies que presentan los valores más bajos en la zona 1 son: *P. bordai* (0.0), *L. maximus* (0.0), *C. m. oaxacus* y *C. ravus* (0.0) que solamente se observó un representante de cada especie. En la zona 2, *B. occidentalis* (0.0), *P. bordai* (0.0), *U. b. bicarinatus* (0.0) y las serpientes *L. t. campbelli* (0.0), *M. mentovarius* (0.0) y *T. c. collaris* (0.0) presentaron los valores más bajos. El valor de 0.0 no es tan representativo en estos casos, ya que se observaron pocos organismos, probablemente porque los hábitats que presentan estas especies dificultan su observación.

Cuadro 6. Amplitud en la utilización del recurso espacio, en las tres zonas de estudio en Zapotitlán de las Salinas, Puebla. D_s = amplitud.

Zona 1	D_s
<i>P. bordai</i>	0.0
<i>S. gadoviae</i>	0.017
<i>S. h. horridus</i>	0.229
<i>S. jalapae</i>	0.139
<i>A. quercorum</i>	0.052
<i>A. parvisocius</i>	0.149
<i>A. sacki</i>	0.129
<i>M. mentovarius</i>	0.125
<i>L. maximus</i>	0.0
<i>C. m. oaxacus</i>	0.0
<i>C. ravidus</i>	0.0
Zona 2	D_s
<i>B. occidentalis</i>	0.0
<i>R. spectabilis</i>	0.093
<i>P. bordai</i>	0.0
<i>C. pectinata</i>	0.043
<i>S. gadoviae</i>	0.015
<i>S. h. horridus</i>	0.242
<i>U. b. bicarinatus</i>	0.0
<i>A. parvisocius</i>	0.161
<i>A. sacki</i>	0.134
<i>L. t. campbelli</i>	0.0
<i>M. mentovarius</i>	0.0
<i>T. c. collaris</i>	0.0
Zona 3	D_s
<i>S. gadoviae</i>	0.038
<i>S. h. horridus</i>	0.194
<i>A. parvisocius</i>	0.219
<i>A. sacki</i>	0.395

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se pudo comprobar que existen diferencias en los parámetros evaluados entre las tres zonas de estudio. En lo referente a la composición herpetofaunística no se encontró una gran diferencia en el número de especies entre la zona 1 y 2, probablemente debido a que estas zonas todavía mantienen las condiciones ambientales necesarias para sostener estas especies. Por el contrario, al comparar la zona 1 y 2 con la zona 3, la diferencia en el número de especies fue evidente; esto puede deberse

probablemente a las diferencias en el número de microhábitats, a las condiciones microclimáticas generadas por estos microhábitats, a la disponibilidad del alimento en el ambiente y a la presencia de la cubierta vegetal, que va disminuyendo conforme aumenta la perturbación en las zonas. En general, estos resultados son análogos a los obtenidos por Lemos-Espinal y Rodríguez (1984), quienes encontraron un mayor número de especies en la zona no alterada y menor en la zona alterada de bosque templado, atribuyéndolo a la heterogeneidad de microhábitats.

La zona 2, fue la única donde se encontraron anfibios (*B. occidentalis* y *R. spectabilis*), debido a que aquí se forman cuerpos de agua durante el periodo de lluvia, condición que favorece la presencia de estas especies; ya que como argumenta Macey (1986), la disponibilidad y extensión de cuerpos de agua es lo que más afecta a los anfibios. En el caso de las serpientes, algunas se registraron en una zona pero no en otra. De acuerdo con Camarillo (1981), esto puede deberse a los hábitos que presentan estas especies, los cuales dificultan su observación.

En lo que respecta a la diversidad de especies, ésta varió durante los siete meses de estudio en las tres zonas, encontrándose el valor más alto en la zona 1 en el mes de julio, siguiendo la zona 2, en abril y finalmente la zona 3 en octubre. Pianka (1973) encontró que en los desiertos, algunas poblaciones presentan actividad en los meses fríos, mientras que otras, lo hacen en los meses más cálidos, observando que la temperatura es el factor que más influye en la presencia o ausencia de estas poblaciones, ya que las lluvias escasean por largas temporadas. Sin embargo, según Maury (1981), es la precipitación pluvial en el Desierto de Chihuahua, aunque siendo mínima, provoca que las lagartijas se tornen más activas y también exista una mayor abundancia de insectos. Análogamente, en este trabajo se observó que la precipitación (a diferencia de los desiertos), está bien definida en el área en los meses de junio a septiembre, y presenta una mayor coincidencia con la presencia de la herpetofauna estudiada. El hecho de que existan los valores más altos en las zonas 1 y 2, se

puede explicar por la disponibilidad de los microhábitats, ya que en estas zonas son más abundantes; por lo que las diferencias que existen en la diversidad de las tres zonas en estos siete meses de estudio, pueden estar determinadas por la fluctuaciones de los factores físicos del medio ambiente y la heterogeneidad espacial del hábitat. Cabe destacar que las variaciones de los valores en las tres zonas pueden ser el reflejo de las condiciones ambientales muy variables en ese año, que probablemente influyeron también en los días de muestreo en el área de estudio.

Con relación al microhábitat, se registró una mayor cantidad de tipos en la zona menos alterada (zona 1) y fue disminuyendo la cantidad conforme aumentó la alteración (zona 3). En general, esto se debe a la heterogeneidad que presentan las zonas, ocasionada por la estructura de la cubierta vegetal y por la accidentada topografía, permitiendo que exista una variedad de microhábitats que pueden albergar al mismo tiempo a varias especies, principalmente de reptiles. Las distintas poblaciones que ocupan diferentes microhábitats son capaces de coexistir dentro de un hábitat dado y contribuir a la diversidad dentro de éstos (Pianka, 1982), como ocurre con las zonas menos alteradas, donde se registró un mayor número de microhábitats, resultado de la compleja estructura vertical y horizontal, permitiendo el establecimiento de un mayor número de especies e individuos sobre todo de reptiles; además, Bas (citado por Martínez, 1994), establece que existe una mayor abundancia de reptiles en lugares cálidos y secos. En general, los lacertilios se encontraron en las tres zonas comparadas, abarcando todos los estratos identificados (superficial, arbóreo y paredes de tierra), a excepción de las especies *S. jalapae* y *A. quercorum*, que no se presentan en las zonas 2 y 3 y *C. pectinata* que no se encontró en las zonas 1 y 3; probablemente se debió a que las condiciones bióticas y abióticas no son favorables para poder establecerse, además de que esta última es una especie poco abundante en el área de estudio.

La gráfica de densidad absoluta, muestra que en todos los meses de estudio, los valores más altos

siempre se presentaron en las zonas menos alteradas y los valores más bajos se presentan en la zona más alterada, esto puede estar dado por el mayor número de microhábitats disponibles. Las especies que presentaron una mayor densidad, son aquellas que explotaron una mayor cantidad de recursos posibles, de tal forma que se ven favorecidas por los diferentes factores bióticos y abióticos que se presentan en su hábitat (Odum, 1972); éste es el caso de *A. sacki*, *A. parvisocius* y *S. gadoviae*, que se encontraron con mayor densidad en las tres zonas de estudio, además, son las primeras dos especies la que explotaron un mayor número de microhábitats. De igual forma, las especies que se encontraron con una baja densidad fueron en general, aquellas que explotaron un menor número de recursos.

Las densidades más altas para las tres zonas de estudio, se presentaron en el mes de junio, probablemente se debió a que la precipitación influyó de manera determinante en las poblaciones, lo cual se reflejó en una mayor productividad de recursos en las zonas. En contraste, en el mes de septiembre se presentó la menor densidad para las tres zonas, ocasionado probablemente por las condiciones ambientales adversas que imperaron en el área (en los días de muestreo se presentaron lluvias con vientos y bajas temperaturas), lo que indica que las condiciones ambientales son uno de los factores importantes que determinan la presencia o ausencia de los organismos. En general, las variaciones de la densidad, pueden deberse a la cantidad de recursos existentes que pueden ser explotados por las diferentes especies de anfibios y reptiles (Odum, 1972); esto concuerda con lo encontrado en las tres zonas de estudio, donde la densidad siempre fue mayor en la zona menos alterada (zona 1) y en todos los meses; en contraste, en la zona más alterada (zona 3), la densidad fue menor también en todos los meses de estudio.

La comunidad herpetofaunística encontrada en cada una de las zonas se compone en su totalidad de poblaciones especialistas en la utilización del recurso espacio, ya que los valores de amplitud en este recurso así lo demuestran (Cuadro 6); sin

embargo, es claro que existen diferentes grados de especialización en tales poblaciones.

El valor más alto de amplitud del recurso espacio lo obtuvo *A. sacki* (0.395) en la zona 3, debido a que es la que ocupa la mayor cantidad de microhábitats de toda la comunidad. Por otro lado, también se observaron valores de amplitud bajos como es el caso para *S. gadowiae* (que fue de 0.017 para la zona 1, 0.015 en la zona 2 y 0.038 en la zona 3), lo cual refleja el escaso número de microhábitats que explota, siendo solamente un tipo de microhábitat (sobre pared de tierra) que utiliza con mayor frecuencia.

Los valores de cero en la utilización del recurso espacio, pudo deberse a que pocos organismos fueron observados, como es el caso para *B. occidentalis* y *U. b. bicarinatus* y, en el caso de *P. bordai*, a que son organismos de actividad nocturna, encontrándose de manera casual durante el día. En el caso de *L. t. campbelli*, *M. mentovarius* y *T. c. collaris*, el valor de cero no es representativo en estos casos, ya que se observaron pocos organismos, probablemente por los hábitos que presentan estas especies dificultando su observación.

Finalmente, concluimos que, las zonas de estudio presentan una riqueza específica de anfibios y reptiles que está dada por la heterogeneidad de espacios. Asimismo, esta riqueza específica va disminuyendo conforme aumenta el grado de alteración de las zonas, ya que se van homogeneizando los espacios que utilizan las diferentes especies; además de que se eliminan o modifican los hábitats que se caracterizan por presentar ciertas condiciones climáticas y microclimáticas. La precipitación parece tener más influencia en la diversidad y en la densidad herpetofaunística de estas zonas, en comparación con la temperatura. El grado de amplitud en la utilización del recurso espacio de las especies en cada una de las zonas es bajo, por lo que son consideradas como especialistas en diferentes grados.

Agradecimientos.- El autor desea agradecer el apoyo recibido para realizar el presente estudio a

la Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), de forma especial a la Dra. Patricia Dávila por obtener recursos de los proyectos IN 208398 y 203598 proporcionados por la DGAPA, y Dr. Julio Lemos por el apoyo prestado.

LITERATURA CITADA

Brower, J. E. y J. H. Zar. 1979. Field and laboratory methods for general ecology. W. M. C. Brown Company. U.S.A.

Camarillo, R. J. L. 1981. Distribución altitudinal de la herpetofauna comprendida entre Huitzilac, estado de Morelos y La Ladrillera, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

Canseco, M. L. 1996. Estudio preliminar de la herpetofauna en la cañada de Cuicatlán y Cerro Piedra Larga Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.

Casas-Andreu, G., A. Ramírez-Bautista, V. Aguilár, C. Aguirre, S. Gallina, A. González, M. A. Muller, L. Navarizo, G. Rico y J. Santa-María. 1978. Ensayo ecológico sobre la herpetofauna de un bosque templado en México. Presentado en el II Congreso Nacional de Zoología. Monterrey, Nuevo León, México.

Castro-Franco, R. y Z. M. G., Bustos. 1994. List of Reptiles of Morelos, México, and their distribution in relation to vegetation types. Southwest Nat. 39: 171-175.

Cox, G. W. 1976. Laboratory manual of general ecology. W. M. C. Brown. Company Publishers.

Dávila, A. P., R. J. L. Villaseñor, R. L. Medina, R. A. Ramírez, T. A. Salinas, J. Sánchez-Ken y L. P. Tenorio. 1993. Listados florísticos de México X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Gallina, S., M. E. Maury, K. Rogovin y D. Semenov. 1985. Comparación de dos comunidades de lagartijas de los desiertos chihuahuense y de Karakum. *Act. Zool. Mex.* 11:1-17.
- Hernández, G. E. 1989. Herpetofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- I.N.E.G.I. 1983. Carta topográfica e hidrológica, 1: 1 000 000.
- Krebs, C. J. 1978. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance.* Harper & Row. Publishers. New York.
- Lemos-Espinal, J. A. y L. J. L. Rodríguez. 1984. Estudio general de la comunidad herpetofaunística de un bosque templado (mezcla *Quercus-Pinus*), del Estado de México. Tesis de Lic. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Levins, R. 1968. *Evolution in changing environments;* Princenton Univ. Press. Princenton.
- Macey, J. R. 1986. The biogeography of the herpetofaunal transition between the great basin and Mojave Desert. Pp. 1-240. *In* C. A. Hall, JR. y D. J. Young (eds). *Natural history of the White-Inyo range, eastern California and western Nevada and high altitude physiology.* University of California White Mountain Research Station Symposium. August 23-25. 1985. Bishop California.
- Mares, M. A., W. F. Blair, F. A. Enders, D. Greeger, A. C. Hulse, J. H. Hunt, D. Otte, R. D. Sage y C. S. Tomoff. 1977. The strategies and community patterns of desert animals. Pp. 10-163. *In* G. H. Orinas y O. T. Solbrig (Eds.). *Convergent Evolution in warm desert.* Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Pennsylvania.
- Martínez, C. R. 1994. Herpetofauna de la reserva ecológica el Ocote, Municipio de Ocozocoautla, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Maury, M. E. y R. Barbault. 1981. The spatial organization of the lizard community of El Bolson de Mapimí (México). Pp. 79-87. *In* Barbault, R. and G. Halffter (eds.). *Ecology of the Chihuahuan Desert (organization of some vertebrate communities).* Publs. Inst. de Ecol. Méx.
- Murphy, R. W., J. Fu, A. Lathrop, J. V. Felthman y V. Kovac. 2002. Phylogeny of the rattlesnakes (*Crotalus* and *Sistrurus*) inferred from sequences of five mitochondrial DNA genes. Pp. 69-92. *In*: G. W. Schuett, M. Hoggren, M. E. Douglas y H. W. Green (eds.), *Biology of Vipers.* Eagle Mountain Publishing, LC, Eagle Mountain, Utah.
- Odum, E. P. 1972. *Ecología.* Ed. Interamericana.
- Osorio-Beristain, O., A. Valiente-Banuet, P. Dávila y R. Medina. 1996. Tipos de vegetación y diversidad β en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México.
- Pianka, E. R. 1970. Comparative autoecology of the lizard *Cnemidophorus tigris* in different parts of its geographic range. *Ecology* 51:703-720.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities; *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 4:53-74.
- Pianka, E. R. 1975. Niche relations of desert lizards. Pp. 292-314. *In* Cody, M. L. y J. M. Diamond (eds.), *Ecology and evolution of communities.* Belknap Press Cambridge, Massachusetts.
- Pianka, E. R. 1982. *Ecología Evolutiva;* Omega, España.
- Reeder, T. W., C. J. Cole y H. C. Dessauer. 2002. Phylogenetic relationships of whiptail lizards of the genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): A test of monophyly, reevaluation of karyotypic evolution, and review of hybrid origins. *Am. Mus. Nat. Hist. New York.* No. 3365.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Limusa. México.

Rzedowski, J. 1996. Insuficiente el número de Zonas Áridas Protegidas. *Ocelotl*. 4: 25 - 30.

Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla. 1988. Los Municipios de Puebla. *En*: Enciclopedia de los Municipios de México., Puebla, México.

Valiente, B. L. 1991. Patrones de precipitación en el Valle semiárido de Tehuacán, Puebla. Mé-

xico. Tesis de Lic. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Valiente-Banuet, A., A. Casas., A. Alcantara., P. Dávila., N. Flores-Hernández., M. D. C. Arizmendi., J. L. Villaseñor y J. Ortega-Ramírez. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 67: 24-74.

HISTORIA NATURAL DE LA LAGARTIJA PIGMEA (*ELGARIA PARVA*) ENDÉMICA DE NUEVO LEÓN, MÉXICO

Robert W. Bryson, Jr.¹, David Lazcano², Javier Banda², Cristina García-de la Peña²
y J. Gamaliel Castañeda²

¹ Department of Herpetology, San Antonio Zoo, 3903 N. St. Mary's Street, San Antonio, Texas 78212, USA e-mail: rob_bryson2002@yahoo.com

² Laboratorio de Herpetología, Universidad Autónoma de Nuevo León, A.P. 513, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, C. P. 66450, México e-mail: dylazcano@hotmail.com, criszg15@yahoo.com, biosyg@yahoo.com

Palabras clave: Historia natural, *Elgaria parva*, Nuevo León.
Key words: Natural history, *Elgaria parva*, Nuevo León.

En Nuevo León a la fecha se han registrado 99 especies de reptiles y 33 de anfibios; entre éstas hay una especie de anfibio (*Pseudoeurycea galeanae*) y cuatro de reptiles (*Sceloporus chanev*, *Sceloporus torquatus binocularis*, *Elgaria parva* y *Thamnophis exsul*) que son endémicas al estado (Lazcano y Contreras, 1995), aunque cabe mencionar que existe un mayor número de especies endémicas al estado, pero es necesario realizar más recolectas de estos ejemplares para tener un conocimiento más amplio de la distribución y aspectos de historia natural de éstas y otras especies del estado. Sin embargo, pocas especies son tan desconocidas en algún aspecto de su historia natural como lo es la lagartija pigmea *Elgaria parva*. Desde que fue descubierta en 1977, hasta el 2001, el taxón era conocido única-mente a partir de dos especímenes documentados de la localidad tipo (Knight y Scudday, 1985). Un tercer espécimen fue registrado en una segunda población disyunta (Banda-Leal et al. 2002), y un cuarto espécimen proveniente de la localidad tipo (UANL-6208). En este trabajo resumimos los datos publicados sobre *E. parva* y proporcionamos más información adicional de su historia natural.

Elgaria parva es la especie más pequeña del género y son conocidos como falsos escorpiones o alligator lizard en inglés (Liner, 1994). El espécimen más grande (paratipo, SRSU 5537, hembra adulta) midió 71.7 mm de longitud hocico-cloaca (LHC). Los otros dos ejemplares (holotipo, SRSU 5538, hembra adulta; UANL 5844, macho adulto) midieron 55.0 mm de LHC y 65.7 mm de LHC, respectivamente. Esta especie fue originalmente descrita por Knight y Scudday (1985) como *Gerrhonotus parvus*

debido a su estrecha relación con otro ánguideo (*Gerrhonotus lugoi*) del Valle de Cuatro Ciéngas en Coahuila. Un año después Smith (1986) reubicó a *G. parvus* en el género *Elgaria*, basándose en la similitud de las escamas de la cabeza de este último género. De las siete características de las escamas de la cabeza encontradas por Waddick y Smith (1974) correlacionadas entre las lagartijas gerrhonotine, seis colocaron a *G. parvus (sensu lato)* dentro del género *Elgaria*. La distinción de *E. parva* de los otros ánguideos se basa en la siguiente combinación de caracteres: escamas dorsales lisas, una rostral en contacto con las nasales, segunda temporal primaria en contacto con la quinta escama supraocular medial, escamas suboculares separadas de la temporal primaria inferior por una escama labial superior y una amplia banda pálida transversal en la cola (Knight y Scudday, 1985). Estos mismos autores mencionan que *G. parvus (=E. parva)* es ovípara y observaron además que el paratipo presentó un tamaño de nidada de cuatro huevos. Sin embargo, virtualmente nada se conoce acerca de su biología reproductiva.

La localidad tipo de *E. parva* es Galeana, Nuevo León (Knight y Scudday, 1985). El holotipo fue recolectado a 3 km SE de Galeana el 21 de marzo de 1983, mientras que el paratipo se recolectó a 1 km al sur de Galeana el 23 de junio de 1977. Nosotros encontramos un tercer espécimen en un cañón al oeste de San Isidro, 65 kilómetros en línea aérea al norte de la localidad tipo, el 31 de mayo del 2001 (Banda-Leal et al. 2002). El cuarto espécimen fue hallado recientemente en la localidad tipo el 25 de octubre del 2002 (UANL-6208), verificado por el primer autor de este trabajo, el cual midió 56 mm de LHC.

Todos los especímenes de *E. parva* fueron recolectados en bosques con transición a la vegetación árida caracterizada por encinos (*Quercus* sp.), agaves (*Agave* sp.), sotol (*Dasyllirion* sp.) y campos de agricultura extensiva de limo expuesto a elevaciones de 1600 a 1650 m. El cuarto espécimen de *E. parva* recientemente recolectado se encontró bajo una yuca muerta en un depósito de basura, al sur de Galeana. El espécimen del oeste de San Isidro se encontró activo en una pared del cañón que corre de este a oeste con charcas de agua intermitente, montículos de hojarasca y grandes rocas dispersas, a una altura de 1600 m. Cerca de Galeana, hemos encontrado a *E. parva* como especie simpátrica con los reptiles: *Eumeces brevisrostris pineus*, *Sceloporus grammicus disparilis*, *S. p. parvus*, *S. s. spinosus*, *S. torquatus binocularis*, *Hypsiglena torquata jani*, *Lampropeltis mexicana*, *Pituophis deppei jani*, *Salvadora grahamiae lineata*, *Thamnophis c. cyrtopsis*, *Crotalus atrox*, *C. m. molossus* y *C. s. scutulatus*, así como con los anfibios *Bufo nebulifer* y *Eleutherodactylus cystignathoides campi*. En el cañón cerca de San Isidro, *E. parva* es simpátrica con *Gerrhonotus infernalis*, *Sceloporus couchii*, *S. grammicus disparilis*, *S. p. parvus*, *S. torquatus binocularis*, *Masticophis schotti ruthveni*, *Rhadinaea montana*, *Salvadora grahamiae lineata*, *Sibon s. sartori*, *Thamnophis proximus diabolicus*, *Crotalus l. lepidus* y *C. m. molossus* y con los anfibios *Bufo nebulifer*, *Eleutherodactylus cystignathoides campi* y *E. longipes*.

La distribución de *E. parva* permanece incierta. Asimismo, se desconoce si esta especie se restringe a una estrecha franja que se extiende desde cerca de Galeana hasta cerca de San Isidro Santiago, Nuevo León, o si se subdivide en varias poblaciones aisladas. La geografía de la Sierra Madre Oriental ha producido un efecto inusual en la distribución de la herpetofauna documentada por la presencia de especies endémicas adaptadas a distintas condiciones ambientales. Varios grupos de fauna que pueden ser encontrados en un área, están ausentes en otras, a pesar de una aparente continuidad del hábitat. La fluctuación altitudinal del clima y los cambios verticales en las zonas de vegetación en

asociación con el Pleistoceno pueden ser la causa de las distintas rutas de dispersión y/o aislamiento. Actualmente se están estableciendo los criterios y programas de investigación a seguir para ampliar aún más el conocimiento de especies tan enigmáticas, como lo es *E. parva*.

Agradecimientos.-- Los autores desean agradecer a las autoridades de la UANL/FCB y Zoológicos de San Antonio por el apoyo financiero para realizar esta investigación. A las autoridades de INE por emitir el permiso de colecta científica OFICIO NUM/SGPA/DGVS/ 01612 expedido 18 Marzo, 2003.

LITERATURA CITADA

- Banda-Leal, J., R. W. Bryson y D. Lazcano. 2002. A new record of *Elgaria parva* (Lacertilia: Anguillidae) from Nuevo León, México. Southwest. Nat. 47: 614-615.
- Knight, R. A. y J. F. Scudday. 1985. A new *Gerrhonotus* (Lacertilia: Anguillidae) from the Sierra Madre Oriental, Nuevo León, Mexico. Southwest. Nat. 30: 89-94.
- Lazcano, D. y A. Contreras. 1995. Lista revisada de los anfibios y reptiles de Nuevo León, México. Pp. 57-70. In B. S. Contreras, S. F. González, D. V. Lazcano y A. A. Contreras (Eds.) Listado Preliminar de la Fauna Silvestre del Estado de Nuevo León, México. Impresora Monterrey, Monterrey, Nuevo León.
- Liner, E. A. 1994. Scientific and common names for the amphibians and reptiles of Mexico in English and Spanish. Nombres científicos y comunes en Inglés y Español de los anfibios y los reptiles de México. SSAR Herpetol. Circ. 23.
- Smith, H. M. 1986. The generic allocation of two species of Mexican anguillid lizards. Bulletin of the Maryland Herpetological Society 22: 21-22.
- Waddick, J. W. y H. M. Smith. 1974. The significance of scale characters in evaluation of the lizard genera *Gerrhonotus*, *Elgaria*, and *Barisia*. Great Basin Naturalist 34: 257-266.

CICLO REPRODUCTIVO DE LA LAGARTIJA VIVÍPARA DE MONTAÑA *LEPIDOPHYMA SYLVATICUM* (SAURIA: XANTUSIIDAE) DE TLANCHINOL, HIDALGO

Alejandra Ramírez Hernández

Instituto Tecnológico Agropecuario de Hidalgo, Laboratorio de Biología, Apdo. Postal 94, Huejutla de Reyes, 43000, Hidalgo, México.
Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, A.P. 1-69 Plaza Juárez, C.P. 42001, Pachuca, Hidalgo, México.
e-mail: alexrh27@yahoo.com.mx

Los estudios de reproducción en las especies de lagartijas vivíparas de la familia Xantusiidae, han sido poco investigados. Siendo uno de los miembros, el género *Lepidophyma*, que tiene una distribución que comprende desde el noroeste de México hasta Panamá. La información que se tiene son algunos aspectos casi anecdóticos para cinco especies (*L. Tuxtlae*, *L. flaviculatum*, *L. chicoasensis*, *L. gaigeae* y *L. pajapanensis*). Particularmente en *Lepidophyma sylvaticum*, que es una especie endémica a México y que presenta una distribución disyunta a lo largo de la Sierra Madre Oriental de nuestro País, a la fecha no existían antecedentes acerca de sus hábitos reproductivos. Por tal motivo, el presente trabajo, se enfocó a determinar las características reproductivas de hembras y machos, ciclo del cuerpo graso e hígado, así como la longitud hocico-cloaca mínima (LHC) a la madurez sexual, tamaño de la camada, dimorfismo sexual y factores ambientales que influyen en la actividad reproductiva para ambos sexos de *Lepidophyma sylvaticum* de Tlanchinol, Hidalgo, México.

El trabajo de campo se desarrolló en el estado de Hidalgo en la localidad conocida como Tlanchinol. El tipo de vegetación que caracteriza este lugar es bosque mesófilo de montaña en el que predominan árboles como *Liquidambar macrophylla* y *Magnolia schiedeana*, entre otros. Así como algunos manchones de vegetación secundaria, en algunas partes. El área de estudio se ubica entre los paralelos 21°00'51" N y 98° 38'42" W a una altitud de 1520 m.

Para el estudio del ciclo reproductivo, se capturaron mensualmente cinco ejemplares de cada sexo, directamente con la mano; éstos se recolectaron en los troncos de los árboles podridos en el que habita esta lagartija. La

muestra total fue de 112 especímenes, de los cuales 55 fueron hembras, 40 machos, 9 juveniles y 8 crías. Éstos se recolectaron durante el periodo comprendido de agosto del 2001 a diciembre del 2002. Los ejemplares se sacrificaron con una sobredosis de Pentobarbital sódico. Para cada lagartija, se registraron las medidas estándar, longitud hocico-cloaca (LHC, mm), longitud total (LT, mm), ancho y largo de la cabeza (AC y LC, mm), antebrazo (AB, mm), tibia (T, mm) y peso (g). Para la disección en el caso de las hembras, se contabilizó el número de folículos (previtelogénicos, vitelogénicos o embriones), además, se midieron y pesaron. En los machos se midió el largo y ancho de los testículos (mm) y su peso (g). Asimismo, se consideraron las estructuras como cuerpos grasos e hígado (peso en g) para explorar si éstos tienen algún efecto en la reproducción de *Lepidophyma sylvaticum*. Las pruebas estadísticas se llevaron a cabo con el paquete STATVIEW 4.01.

La lagartija *Lepidophyma sylvaticum* presentó un ciclo reproductivo marcadamente asincrónico entre los sexos. La actividad reproductiva en los machos inicia en el verano (julio y agosto), manteniéndose hasta el otoño (septiembre y octubre), decreciendo rápidamente en el mes de noviembre. Posteriormente, se presentó un pequeño aumento en el volumen testicular en los meses de diciembre, enero y febrero. El descanso es evidente entre los meses de marzo a junio. Mientras que en las hembras, la actividad reproductiva comenzó en el otoño (septiembre, octubre y noviembre) y continuó a principios del invierno (diciembre). En este tiempo se observaron folículos vitelogénicos tempranos y vitelogénicos tardíos, éstos fueron evidentes a principios de noviembre y a finales de diciembre. El desarrollo embrionario ocurrió de enero a julio.

Los nacimientos ocurrieron de julio a agosto. El ciclo de los cuerpos grasos e hígado mostró un patrón diferente a los patrones hasta hoy encontrados en lagartijas, ambos ciclos están sincronizados con el ciclo gonádico de los machos; en contraste, el ciclo gonádico de las hembras estuvo relacionado con el hígado, pero no con el de los cuerpos grasos. La LHC mínima en la que las hembras y machos alcanzan la madurez sexual fue de 58 y 55 mm respectivamente. El tamaño medio de camada que presentó *L. sylvaticum* fue de 5.1 ± 0.34 (3-7 crías) y ésta no estuvo relacionada con la LHC de la hembra. Por otra parte, se encontró que no hay dimorfismo sexual en el peso de la lagartija,

largo de la cabeza, ancho de la cabeza, antebrazo y tibia ($P > 0.05$). Además, un análisis de regresión mostró que de los tres factores ambientales (temperatura, precipitación y fotoperíodo), sólo la precipitación fue el único factor que intervino en la actividad reproductiva de la hembra ($r = 0.782$).

De manera general, debido a que el género *Lepidophyma* ha recibido poca atención. Este estudio aporta información sobre la biología reproductiva de esta especie, sin embargo, es necesario conocer otros aspectos de su historia natural, así como poner atención en las demás especies que forman este grupo de lagartijas.

ASPECTOS GENERALES DE LA ECOLOGÍA DE LA IGUANA NEGRA *CTENOSAURA SIMILIS* (IGUANIDAE) DE ISLA CONTOY, QUINTANA ROO

Alicia Arriaga-Noguez

Laboratorio de Ecología, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios s/n, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de Méx. C.P. 54090.
e-mail: aa_noguez@yahoo.com

El estado de Quintana Roo se encuentra ante un acelerado deterioro ambiental debido al creciente desarrollo turístico asociado a sitios arqueológicos y áreas costeras, principalmente en la zona norte del mismo. Esto representa la alteración del hábitat de varias especies de vertebrados, entre los cuales se encuentran algunos miembros de la clase Reptilia como son los iguánidos, entre otros. *Ctenosaura similis* como otras especies, por su importancia económica y alto valor comercial, ha tenido una importante disminución en sus poblaciones naturales por una explotación desmedida en algunas regiones de su distribución. Esta especie se distribuye discontinuamente en la parte sur de México, en Centroamérica y en algunas islas del Caribe, se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 800 m.

El presente estudio se realizó en un periodo de un año, que abarcó del mes de mayo del 2001 a mayo del 2002, en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo. En este estudio, se establecieron algunos aspectos ecológicos de la iguana negra *Ctenosaura similis* en Isla Contoy, como por ejemplo, uso del hábitat, microhábitat, hábitos alimentarios, descripción de su comportamiento social y reproductivo, determinación de su periodo reproductivo y de incubación dentro de la isla. Estas iguanas se encontraron ocupando zonas de manglar, de duna costera y áreas rocosas, siendo más frecuentes en los manglares y las áreas donde tiene actividad el hombre. En todos estos lugares encuentran sitios adecuados para utilizarlos como madrigueras tales como: entre rocas, en la arena, entre las raíces de árboles, en agujeros de troncos y de las construcciones, así como entre materiales de construcción. También en estos microhábitats encuentran sus sitios donde las iguanas pueden perchar. Se encontraron con mayor frecuencia utilizando el sustrato roca y árbol, sugiriendo que

el uso de estos tipos de microhábitats, aumenta su supervivencia en comparación con otros. El color de su cuerpo se confunde con el medio ambiente o sustrato en el que se encontraron, por ejemplo, los individuos que fueron observados en las rocas, presentaron una coloración café, en su mayoría estas fueron observadas antes de comenzar la temporada de lluvias; a diferencia de las que se observaron entre los arbustos y ramas de árboles que presentaban una coloración verde, característica de las crías de esta especie. Estos cambios de coloración en las diferentes clases de edad, favorece a los organismos para evitar la depredación, teniendo de esta manera, una mayor supervivencia.

Estas iguanas son omnívoras y realizan un tipo de forrajeo activo. En cada clase de edad se observó preferencia por distintos tipos de alimento, como son de varias especies y de diferentes partes de las plantas. La alimentación de los adultos y juveniles comprende de un 60 a 67% de hojas y frutos. Los adultos no incluyeron en su dieta invertebrados, sin embargo, son los únicos que se observaron alimentándose de una amplia variedad de vertebrados, entre ellos aves, reptiles y de organismos de su propia especie, presentando de esta manera canibalismo. Asimismo, incluyeron en su dieta aves y peces muertos, lo que sugiere que también son organismos carroñeros. A las crías se les observó comiendo excrementos de iguanas adultas como mecanismo para adquirir su microflora intestinal, útil para la digestión del alimento que consumen.

En cuanto a su patrón de comportamiento, dependió en algunos aspectos de la temperatura ambiente presente en las diferentes estaciones del año, donde en las estaciones más frías, la actividad comenzó más tarde, y en las estaciones más cálidas, ésta comenzó más temprano. En los

días con vientos fuertes (nortes), las iguanas no salían de sus madrigueras y, si lo hacían, no se alejaban mucho de ellas. Al comenzar el día realizaban su actividad de asoleo, aproximadamente de las 06:00 a las 09:00 h. Antes de comenzar a caminar, es decir, que comienzan sus desplazamientos después de asolearse, las iguanas realizan movimientos de cabeceo de forma vertical y en forma repetitiva. El patrón de movimientos varió de 3.96 a 15.48 seg. ($x = 8.95$, $n = 66$). El movimiento de la cabeza, además de ser una demostración de agresividad, es utilizado como señal de alerta a manera de defensa de su territorio y durante el cortejo, tanto en machos como en hembras. Después de un periodo que va de 2 a 4 h de percha, las iguanas comienzan un desplazamiento hacia un área con sombra o en busca de alimento. Sus horas de mayor actividad fueron de las 09:30 a las 12:00 h a lo largo del año. En las horas de mayor insolación (12:00 a 15:00 h), principalmente los adultos permanecieron en sitios sombreados o, si estaban cerca de sus madrigueras, volvían a ellas. Se observaron algunos juveniles o crías perchando a estas horas sobre las rocas o en la arena. Cuando la temperatura volvía a disminuir, las iguanas continuaban su actividad, ya fuera forrajeando o desplazándose hacia los sitios donde se encontraban sus madrigueras. Una vez que llegaban a ellas, se quedaban en las entradas recibiendo los últimos rayos del sol, al comenzar a oscurecer entraban a sus madrigueras donde permanecían hasta el día siguiente.

Su temporada reproductiva en la isla dura de mediados de abril hasta principios de julio. Los

machos, cuando comenzaron a establecer sus territorios, pasaban la mayor parte del tiempo vigilándolo, y no se alejaban mucho de éste para alimentarse. Si un macho percibía a otro que se acercaba, lo primero que hacía era mover su cabeza de arriba hacia abajo, si el invasor no se alejaba, entonces lo perseguía hasta que éste se retiraba; si esto tampoco funcionaba, entonces se daban los enfrentamientos macho-macho. De 8 enfrentamientos, sólo en una ocasión se observó una pérdida de territorio; el ganador siempre ocupó el territorio del perdedor. El cortejo sólo se observó en machos con territorios establecidos, el cual consistió en acercarse lentamente a la hembra con un patrón de movimiento distinto al que normalmente realizan. Éste tuvo una duración de 5.53 a 16.98 seg. ($x = 9.63$, $n = 29$), el macho rodeaba a la hembra por atrás, e intentaba sostenerla por la cola; la hembra en ocasiones respondió a los movimientos de cabeza del macho realizando el patrón normal de movimientos verticales de cabeza, antes de que el macho la sostuviera de la cola con los dientes, ésta movía la cola de un lado a otro sacudiéndose, así el macho se separaba, intentándolo de nuevo después de unos minutos o bien se alejaba. Si no sucedía esto, entonces la tomaba por la cola hasta poderla sostener bien de las extremidades posteriores, una vez realizado esto, se subía en ella hasta alcanzar el cuello el cual sostenía con la boca y pasaba su cola por debajo de la de ella para poder introducir su hemipene; la hembra en ocasiones se resistía, pero en otras no. El tiempo de cópula varió de 2.26 a 3.81 min. ($x = 2.96$, $n = 6$). El periodo de incubación fue de aproximadamente 90 días.

DIVERSIDAD DE REPTILES EN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA Y CAFETAL, EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA "EL TRIUNFO", CHIAPAS, MÉXICO

Ruth Percino-Daniel

*El Colegio de La Frontera Sur. División de Conservación de la Biodiversidad. Carr. Panamericana y Periférico Sur s/n.
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México 29290.
e-mail: rpercino@su.buap.mx*

El bosque mesófilo de montaña en México (BMM) alberga una gran diversidad de flora y fauna, además de tener altos índices de endemismos. En los últimos años, este hábitat se encuentra sometido a una gran presión antropogénica, ya sea por el cambio de uso de suelo o por el avance de la frontera agrícola, entre otros factores. Estas presiones han generado que la vegetación, presente varios grados de fragmentación en sus áreas de distribución. Por otra parte, la Reserva de la Biosfera "El Triunfo", es una de las áreas naturales protegidas más importantes de México, ya que contiene grandes extensiones de BMM. Sin embargo, ésta se encuentra sometida a una fuerte presión por el uso de suelo, transformando áreas de bosque mesófilo en plantaciones cafetaleras. Algunos estudios sugieren que los cafetales mantienen una diversidad biológica considerable, sobre todo para algunos grupos de invertebrados (artrópodos, arañas, hormigas y escarabajos) y de vertebrados (aves y mamíferos), pero siendo nulos los estudios que analizan la diversidad de especies de anfibios y reptiles en estos agroecosistemas.

Por lo anterior, el presente estudio analizó la diversidad de reptiles en dos tipos de bosque mesófilo y en una plantación cafetalera, en la Reserva de la Biosfera "El Triunfo", Chiapas. Para esto se determinó la diversidad *alfa* (diversidad de especies dentro de un hábitat o comunidad particular) y *beta* (medida de la tasa y extensión del cambio de las especies a lo largo de un gradiente, de un hábitat a otro) de los reptiles en tres distintos tipos de hábitat: bosque mesófilo conservado (BMC), bosque mesófilo fragmentado (BMF) y cafetal de sombra de *Inga* orgánico (CO). Se seleccionaron dos sitios de muestreo, el primero fue en la zona núcleo I, Campamento El Triunfo, Polígono I (BMC) y el

segundo sitio fue en la zona de amortiguamiento, Finca Santa Cruz (BMF y CO).

En cada hábitat, se establecieron tres recorridos de extensión múltiple y tiempo fijo con una distribución temporal bimensual para un total de ocho salidas a campo. Los recorridos se llevaron a cabo en la mañana, tarde y noche, registrándose las especies de reptiles observadas y recolectadas en una inversión de tiempo de ocho horas por día. Para el análisis de los datos, se estimó la diversidad *alfa* de dos formas: 1) riqueza de especies por cada hábitat y diversidad de especies empleando el índice de Shannon y 2) la diversidad *beta* medida como la cantidad de cambio en la composición de especies utilizando el índice de Whittaker y el grado de similitud entre los hábitats (índice de similitud de Simpson). Además, se emplearon dos modelos de curvas de acumulación de especies no lineales (Modelo de Clench y Modelo de Dependencia Lineal) para evaluar que tan completos estuvieron los muestreos y realizar una extrapolación de la riqueza de especies esperada en los distintos tipos de hábitats.

Como resultado de este trabajo, se obtuvo un total de 30 especies de reptiles, siendo el cafetal el hábitat que tuvo la mayor diversidad *alfa*, tanto en riqueza (18 especies) como en diversidad de especies; la menor riqueza de especies se presentó en el BMC con 11 especies, mientras que en el BMF, se registraron 13 especies. No hubo diferencias estadísticas significativas en cuanto a la diversidad de especies entre el BMC y BMF ($P > 0.05$). La diversidad *beta* para el BMC y el cafetal fue la más alta ($\beta_w = 0.79$), la menor fue para el BMF y el cafetal ($\beta_w = 0.48$). La mayor similitud de especies fue registrada para el BMC y el cafetal ($I_s = 53\%$). Los modelos

de curvas de acumulación de especies tuvieron un buen ajuste a los datos ($r^2 > 0.95$) en todos los hábitats (r^2 =coeficiente de determinación), y muestran que aún falta más esfuerzo de muestreo para alcanzar un 90% de la riqueza esperada (20 días más, aproximadamente), aunque se observa una tendencia de mayor riqueza de especies en el CO y una riqueza de especies similar en ambos bosques mesófilos. La mayor riqueza de especies registrada en el CO se debe a un mayor número de especies de serpientes, las cuales no son consideradas como especies que se encuentren en bosques mesófilo.

Se observó que algunas especies oportunistas (tanto de lagartijas como de serpientes) se vieron favorecidas al transformarse el bosque mesófilo a cafetal, ya que algunas son asociadas a zonas perturbadas. Uno de los factores que se considera que juega un papel importante, son las condiciones microclimáticas que se generan en el cafetal, ya que al cambiar la estructura del hábitat, ésta se simplifica y las condiciones microclimáticas se tornan más extremas, mayor temperatura diaria y menor humedad relativa en el ambiente, lo que sugiere que algunas especies

de reptiles se tornan más tolerantes y competitivas y, por lo tanto, la abundancia de algunas es favorecida en el CO, mientras que otras son afectadas. Se recomiendan estudios posteriores para evaluar si son estas condiciones microclimáticas las que determinan la presencia de especies que generalmente no se encontrarían en bosques, o bien, son otros los factores que están influyendo en la distribución de las especies en cada uno de estos ecosistemas.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos, la hipótesis de que el cafetal puede actuar como un hábitat que alberga una considerable diversidad de especies, no se apoya con los resultados del presente estudio; al menos la diversidad de especies de reptiles de bosques mesófilos, debido a la alta diversidad *beta* que se registró, es decir, un mayor recambio en la composición de especies de bosque mesófilo a cafetal. Por lo que, en cuestiones de conservación, es importante tomar en cuenta no sólo la diversidad *alfa* (riqueza y diversidad de especies), sino también la diversidad *beta* (recambio en la composición de especies) para evaluar que se está conservando en estos agroecosistemas.

INSTRUCCIONES PARA AUTORES

Información General

El boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana es el principal órgano de difusión de la sociedad. Su objetivo es servir como medio de comunicación para los interesados en el estudio de los anfibios y reptiles de América Latina en diferentes áreas como taxonomía, biogeografía, faunística, morfología, reproducción, ecología, historia natural, etc. El boletín consta de cinco secciones: artículos científicos, notas científicas, resúmenes de tesis, reseñas y noticias de interés general.

Los autores interesados en publicar sus trabajos en el boletín no necesitan ser miembros de la sociedad. Sin embargo, es importante señalar que los costos de publicación (excepto los generados por cualquier manejo especial de ilustraciones, que deberán ser pagados por los autores) son cubiertos con las cuotas de membresías y suscripciones.

Los manuscritos deberán ser enviados por triplicado al Editor, quien los asignará a los Editores Asociados apropiados. Éstos, a su vez, buscarán dos o tres revisores para cada manuscrito. Los manuscritos serán evaluados con base en sus méritos científicos. Los autores deberán retener el manuscrito y figuras originales hasta que el manuscrito sea aceptado para su publicación. Para propósitos de revisión, fotocopias del manuscrito y las figuras deben de ser adecuadas.

El Manuscrito

Artículos científicos

Los manuscritos de artículos científicos deberán estar escritos en castellano ó en inglés; en ambos casos, deberán incluir un resumen en castellano y otro en inglés (abstract). Se deberá usar la voz activa. Los manuscritos deberán estar impresos por un solo lado en papel bond de tamaño carta (21.5 x 28.0 cm). Todo el manuscrito, incluyendo la literatura citada, cuadros y pies de figuras, deberá estar escrito a doble espacio y tener márgenes de 2.5 cm por los cuatro lados. De preferencia, se deberá usar el procesador de palabras Word y la fuente Times (12 puntos). Las palabras no deberán dividirse en el margen derecho. Los manuscritos deberán estar arreglados en el siguiente orden: título, nombres de los autores, direcciones de los autores, resumen, abstract, palabras clave, key words, texto, agradecimientos, literatura citada, anexos, cuadros, pies de figuras y figuras. Todas las páginas, incluyendo los cuadros, deberán estar numeradas y marcadas con los nombres de los autores en la esquina superior derecha.

Título.—El título deberá ser corto e informativo y estar escrito sólo con letras mayúsculas, centrado en la parte superior de la página 1 y en negritas.

Nombres y direcciones de los autores.—Los nombres de los autores deberán aparecer en la página 1 en seguida del título, centrados y escritos con letras mayúsculas y minúsculas en negritas. En seguida deberán aparecer las direcciones de los autores, centradas y escritas con letras itálicas. Deberán usarse números (superíndices) para indicar la dirección o direcciones correspondientes a cada nombre. Deberá aparecer al menos una cuenta de correo electrónico por trabajo, la dirección deberá estar subrayada y en itálicas. Por ejemplo,

Salvador Santana Rivera¹ y Paul R. Smith²

¹*Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 04510, D. F., México*

²*Department of Biology, University of Texas at Austin, Austin, TX 78712, USA*
E-mail: ssriv@ecol.edu.mx

Resumen y abstract.—El resumen y el abstract deberán señalar los puntos principales del manuscrito de forma tan clara y concisa como sea posible (150 palabras como máximo), sin necesidad de referencias al texto y sin citas de literatura. Las palabras "Resumen" y "Abstract" deberán aparecer indentadas, escritas con letras mayúsculas y minúsculas y seguidas por dos puntos. El resumen deberá comenzar en la página 1 después de las direcciones de los autores, y el abstract deberá aparecer en seguida del resumen.

Palabras clave y Key words.—Las palabras clave en castellano e inglés (key words) deberán separar el abstract de la introducción. Los términos "Palabras clave" y "Key words" deberán aparecer indentados y escritos con letras itálicas, seguidas por dos puntos y las palabras (en letras romanas) que identifican los aspectos principales del manuscrito (cinco como máximo). Las palabras clave en inglés deberán aparecer en seguida de aquéllas en castellano.

Texto.—El texto deberá comenzar después de las palabras clave en inglés. La mayoría de los manuscritos pueden arreglarse correctamente en el orden de introducción (sin encabezado), métodos, resultados y discusión; sin embargo, algunos manuscritos pueden requerir otro arreglo de tópicos (p. ej., condiciones experimentales). Sólo deberán usarse letras itálicas para los nombres de especies, palabras iniciales en casos adecuados (p. ej., *Palabras clave*) y encabezados (ver abajo). Las palabras extranjeras comunes no deberán ser escritas con letras itálicas (p. ej., et al., no *et al.*) El texto termina con los agradecimientos, que deberán ser concisos.

Encabezados.—Se podrán usar tres conjuntos de encabezados: (1) El encabezado principal, escrito con letras mayúsculas normales y mayúsculas pequeñas. (2) El subencabezado, escrito con letras itálicas y la letra inicial de cada palabra principal mayúscula. (3) El sub-subencabezado, indentado, escrito con letras itálicas (sólo la letra inicial de la primera palabra mayúscula) y seguido por un punto y un guión largo (em dash). En los encabezados de segundo y tercer niveles, las palabras que se escriben normalmente con letras itálicas deberán escribirse con letras romanas. Por ejemplo:

MATERIALES Y MÉTODOS

Condición Experimental 1: Bufo americanus

Monitoreo de patrones de conducta.—La descripción comienza aquí.

Referencias.—En el texto, las referencias a artículos escritos por uno o dos autores deberán incluir sus apellidos; los artículos escritos por más de dos autores deberán ser citados por el apellido del primer autor seguido por "et al." Las series de referencias deberán ser arregladas en orden cronológico. Por ejemplo, "Brodie y Campbell (1993) y Tinkle et al. (1995) demostraron que..." Todas las referencias mencionadas en el texto deberán estar también en la Literatura Citada y viceversa. Dos o más referencias del mismo autor y año de publicación deberán designarse con letras minúsculas itálicas; por ejemplo, "Best (1978*a, b*)."

La sección de Literatura Citada deberá seguir a los agradecimientos. **Se deberán escribir los nombres completos de todas las publicaciones periódicas y editoriales de libros.** Las referencias en la Literatura Citada deberán estar a doble espacio y enlistadas de acuerdo a los apellidos de los autores en orden alfabético. Cuando haya varios artículos escritos por el mismo autor principal con varios coautores, se deberán enlistar de acuerdo a los apellidos del segundo y subsecuentes autores en orden alfabético, sin importar el número de autores. Las referencias deberán estar en el siguiente formato (notar espaciamiento entre iniciales y guión mediano o en dash para separar los números de las páginas).

Fraser, D. F. 1976*a*. Coexistence of salamanders of the genus *Plethodon*: a variation of the Santa Rosalia theme. *Ecology* 57:238–251.

- . 1976b. Empirical evaluation of the hypothesis of food competition in salamanders of the genus *Plethodon*. *Ecology* 57:459-471.
- Gergits, W. F. y R. G. Jaeger. 1982. Interference Competition and Territoriality between the Terrestrial Salamanders *Plethodon cinereus* and *Plethodon shenandoah*. M. S. Thesis, State University of New York, Albany, New York, USA.
- Krebs, J. R. 1978. Optimal foraging: decision rules for predators. Pp. 23-63. In J. R. Krebs y N. B. Davies (Eds.), *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Siegel, S. 1956. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill, New York, New York, USA.

Para referencias que están en curso de publicación, se deberá citar "En prensa" en lugar de los números de las páginas, y deberá darse el nombre completo de la revista. Los manuscritos que no están "en prensa" ni publicados no deberán citarse ni en el texto ni en la Literatura Citada.

Anexos.—La información detallada no esencial en el texto (p. ej., la lista de ejemplares examinados) puede ubicarse en Anexos. Estos deberán aparecer después de la Literatura Citada y llevar encabezados: Anexo I, II, etc.

Cuadros.—Cada cuadro deberá estar impreso a doble espacio en una hoja separada. Su posición apropiada en el texto deberá indicarse en el margen izquierdo (usualmente en el lugar donde se menciona el cuadro por primera vez). El número y pie de cada cuadro deberán aparecer en la misma página que el cuadro. Dentro del cuadro, sólo la letra inicial de la primera palabra será mayúscula (p. ej., "Gran promedio"). Deberán evitarse las líneas dentro de los cuadros excepto cuando den claridad a grupos separados de columnas. Se podrán usar pies de figura (indicados por asteriscos ó superíndices) después del cuadro cuando se necesite dar información detallada (tal como los niveles de significancia estadística).

Figuras.—Se deberá enviar un juego de figuras originales de buena calidad (impresas en impresora láser ó a tinta china) ó sus impresiones fotográficas al Editor con el manuscrito revisado; también se pueden enviar en archivo escaneadas a una resolución de 300 dpi's en formato TIFF o JPEG. Las dimensiones de las figuras no deberán exceder 21.5 x 28 cm. Las figuras deberán ser planeadas para una reducción a un ancho final de una o dos columnas en el *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*. Después de la reducción, las letras de las figuras deberán de tener 1.5-2.0 mm de alto, y los decimales deberán ser visibles. Se deberá incluir una escala de tamaño o distancia cuando sea apropiado. Si una figura va a incluir más de una fotografía, las impresiones deberán montarse adyacentes unas a otras en papel ilustración, y cada una deberá marcarse con una letra (A, B, C). La parte trasera de la figura deberá marcarse con el nombre del autor, el número de la figura, y el tamaño final deseado en la impresión (una o dos columnas). Los pies de figura no deberán aparecer en las figuras mismas; deberán ser impresos a doble espacio y agrupados en una hoja separada con tres líneas de espacio entre pies. Deberá indicarse en el margen izquierdo del texto dónde debe imprimirse cada figura (usualmente donde se menciona por primera vez). La palabra "Figura" deberá ser abreviada en el texto (p. ej., Fig. 2) excepto al inicio de una oración. Las abreviaturas en las figuras deberán seguir las convenciones enlistadas abajo. Se deberán marcar todos los ejes de gráficas.

Pies de página.—Los pies de página sólo deberán usarse para aclarar cuadros e indicar la DIRECCIÓN ACTUAL del autor.

Números.—Los números de 10 ó mayores deberán ser escritos con caracteres numéricos arábigos excepto al inicio de una oración. Los números del uno al nueve deberán ser escritos con letra a menos que precedan a unidades de medida (p. ej., 4 mm), sirvan para designar algo (p. ej., experimento 2), o estén separados por un guión (p. ej., 2-3 escamas). Sólo los números con cinco o más dígitos deberán ser separados por una coma (p.

ej., 9436 y 38,980). Se deberá usar el reloj de 24 horas para indicar horas del día (p. ej., 22:00 h). Las fechas deberán darse por día, mes y año (p. ej., 15 de septiembre de 2001). Los decimales no deberán estar precedidos sólo por un punto (p. ej., 0.5, no .5).

Abreviaturas.—Para pesos y medidas, se deberán usar las unidades del Sistema Internacional de Unidades. Tales unidades deberán usarse en el texto, cuadros y figuras. Las abreviaturas comunes son: n (tamaño de muestra), N (número de cromosomas), no. (número), LHC (longitud hocico-cloaca, pero definir la primera vez que se use), P (probabilidad), gl (grados de libertad), DE y EE (desviación estándar y error estándar, respectivamente), l (litros), g (gramos), m (metros), cm (centímetros), mm (milímetros) y °C (grados centígrados). Notar que n y P se deberán escribir con letras itálicas, así como todos los símbolos estadísticos de valores (p. ej., prueba de t , r^2 , U de Mann-Whitney). Las letras griegas (p. ej., β) no deberán escribirse con itálicas. No se deberán abreviar "comunicación personal," fechas, ni términos no definidos.

Notas científicas

Las notas científicas no deberán exceder de cuatro cuartillas de extensión. No deberán incluir resumen ni abstract, pero sí palabras clave y key words. Su formato deberá ser el mismo que el de los artículos, excepto que sólo deberá usarse encabezado para la Literatura Citada.

Resúmenes de tesis

Los resúmenes de tesis no deberán exceder de tres cuartillas de extensión. Se deberá indicar el nombre del asesor de la tesis, la institución donde se presentó, el grado obtenido y la fecha de defensa de la tesis.

SOBRETIROS

Los sobretiros, en caso de solicitarse, serán con cargo a los autores. La solicitud deberá hacerse al momento de recibir la aceptación del trabajo. El pago de los sobretiros deberá realizarse en un plazo no mayor de un mes después del aviso de su costo.

**BOLETIN
DE LA SOCIEDAD
HERPETOLOGICA
MEXICANA**



**S.H.M.
A.C.**

CONTENIDO**ARTÍCULOS CIENTÍFICOS**

- A SUMMARY OF SOME CONTEMPORARY METHODS USED TO DELIMIT SPECIES BOUNDARIES
Jonathon C. Marshall and Jack W. Sites, Jr..... 1
- ESTUDIO COMPARATIVO DEL ENSAMBLE DE ANFIBIOS DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS,
PUEBLA, MÉXICO
Vicente Mata Silva..... 9

NOTAS CIENTÍFICAS

- HISTORIA NATURAL DE LA LAGARTIJA PIGMEA (*ELGARÍA PARVA*),
ENDÉMICA DE NUEVO LEÓN, MÉXICO
Robert W. Bryson, David Lazcano, Javier Banda, Cristina García de la Peña y J. Gamaliel Castañeda.... 21

RESÚMENES DE TESIS

- CICLO REPRODUCTIVO DE LA LAGARTIJA VIVÍPARA DE MONTAÑA
LEPIDOPHYMA SYLVATICUM (SAURIA: XANTUSIIDAE) DE TLANCHINOL, HIDALGO
Alejandra Ramírez Hernández..... 23
- ASPECTOS GENERALES DE LA ECOLOGÍA DE LA IGUANA NEGRA *CTENOSAURA SIMILIS*
(IGUANIDAE) DE ISLA CONTOY, QUINTANA ROO
Alicia Arriaga Noguez..... 25
- DIVERSIDAD DE REPTILES EN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA Y CAFETAL,
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA "EL TRIUNFO", CHIAPAS, MÉXICO
Ruth Percino Daniel..... 27