

ANFIBIOS Y PARADOJAS: PERSPECTIVAS SOBRE LA DIVERSIDAD Y LAS POBLACIONES DE ANFIBIOS

Ariadne Angulo¹

Resumen

El fenómeno de las disminuciones y extinciones de poblaciones de anfibios que se ha venido observando a nivel mundial en el transcurso de la última década aún no encuentra explicación enteramente satisfactoria en cuanto a los posibles causales. En el presente artículo se hace una breve reseña histórica del fenómeno y se discute cómo evaluaciones de estados poblacionales pueden verse influenciadas por factores de identidad biológica.

Palabras clave: anfibios, especie críptica, extinción, identidad biológica, indicador ambiental, reducción de poblaciones.

Abstract

The loss of amphibian populations is a phenomenon that has been occurring on a global scale over the last decade, and to date there is no fully satisfactory explanation of the underlying reason(s) behind this loss. Herein I briefly review the historical context of the phenomenon and discuss how assessments of population status can be influenced by issues of biological identity.

Keywords: amphibians, biological identity, cryptic species, environmental indicator, extinction, population declines.

Introducción

La pérdida de diversidad biológica es un hecho finalmente reconocido y establecido, tanto a nivel de la comunidad científica como del público en general (Santini & Angulo, 2001). Esta pérdida se viene dando a todo nivel taxonómico, y mayormente por causales tales como cambios climáticos, disminución y fragmentación de hábitats y contaminación del medio ambiente. Sin embargo, hace poco más de una década se comenzó a sospechar que había algo más que no andaba bien con las poblaciones de anfibios en partes tan diversas del mundo como Australia, Norte América, Europa, Sur y Centro América. Coincidentemente, alrededor de la misma época, se iría a realizar el Primer Congreso Mundial de Herpetología en Canterbury, Inglaterra, en 1989 (Halliday & Heyer, 1997), e investigadores de todos los rincones del planeta comenzaron a intercambiar experiencias con otros colegas acerca de sus grupos de estudio. Si bien estas narraciones eran de naturaleza anecdótica y de la experiencia personal de cada investigador (Young, 1990; Pechmann *et al.*, 1991) más que de un estudio propiamente dicho, había un consenso bastante generalizado: poblaciones de anfibios en todo el mundo parecían estar reduciéndose. Anfibios que anteriormente habían sido abundantes en ciertas áreas ahora se encontraban con gran esfuerzo y dificultad, como en el caso de los sapos boreales de las montañas de Colorado y Wyoming, en EEUU (Barinaga, 1990) o el sapo americano enano *Bufo americanus charlesmithi*, anteriormente muy abundante en el condado de Cleveland, Oklahoma (Pechmann & Wilbur, 1994).

En ocasiones, habían especies que parecían haber desaparecido del todo de sus hábitats, como en el caso de las ranas *Rheobatrachus silus* y *Rheobatrachus vitelinus* de los bosques de Queensland, Australia, que llevan a sus crías en el estómago; o el caso de la rana y el sapo dorados (*Atelopus varius* y *Bufo periglenes*, respectivamente) de Monteverde, Costa Rica (Griffiths & Beebee, 1992; Pounds y Crump, 1994). Estos son apenas contados ejemplos de una triste y alarmante lista de anfibios. Uno de los problemas que se hizo evidente al tratar el tema es que no se disponía de información de censos a largo plazo (Blaustein, 1994), o de una base de datos de la dinámica de las poblaciones a largo plazo, y por ello no se sabía si lo que aparentaba ser una disminución en una población era en realidad una fluctuación natural de la misma, cosa que suele suceder en poblaciones en general. Otra dificultad la constituía el no poder precisar si existía algún factor en particular que estuviera provocando estas reducciones, o si era un conjunto de factores los que estaban suscitando este fenómeno. Posteriormente a este congreso, el tema se volvió de gran preocupación tanto para la comunidad científica como para las personas y entidades ligadas a la conservación de biodiversidad: ¿Se estarán extinguiendo nuestros anfibios? ¿Serán estos animales indicadores ambientales de su entorno y por ello serían los primeros en ser afectados? ¿Porqué están desapareciendo los anfibios del planeta? Fue el inicio de un esfuerzo conjunto a nivel mundial para investigar este fenómeno.

¹ Department of Zoology, Erindale College, University of Toronto, Mississauga, Ontario, L5L 1C6, Canadá.
Dirección electrónica: ariadne@zoo.utoronto.ca

Barómetros del medio ambiente

Los anfibios constituyen un gran componente de la biomasa de vertebrados y son elementos clave en las cadenas alimentarias (Blaustein & Wake, 1990), lo que los hace importantes para la estabilidad de sus ecosistemas. Algunas de las propiedades comunes a todos los anfibios son su dependencia de agua y humedad, ciclos de vida complejos, y sensibilidad fisiológica a condiciones ambientales por medio de una piel extremadamente permeable, todas condiciones que implican que los anfibios serían uno de los primeros grupos a ser afectados por alteraciones ambientales (Wake, 1991). Adicionalmente está el hecho de que ocurren en distintas partes de su entorno, de manera que su condición y abundancia podría reflejar los efectos combinados o sinérgicos de interacciones en un ecosistema, y por todo esto pueden servir como indicadores de la salud ambiental (Blaustein & Wake, 1995). Sin embargo, diferentes anfibios parecen ser más sensitivos a ciertas alteraciones ambientales que otros, y existe una variación entre especies y tóxicos (Pechmann & Wilbur, 1994). Por lo tanto, su efectividad como bioindicadores depende de la situación y la especie bajo consideración (Blaustein, 1994). De ser bioindicadores efectivos, manifestaciones de estrés ambiental se podrían suscitar de diversas formas: fluctuaciones y cambios en las tendencias de las poblaciones, anomalías genéticas, de comportamiento, morfológicas y fisiológicas, entre las más notorias, lo que conllevaría a mayores tasas de mortalidad.

Causales de reducciones de poblaciones

Entre los avances logrados desde la identificación del fenómeno, se ha descubierto que la rarificación de la capa de ozono permite el paso de mayor radiación ultravioleta a nuestra atmósfera, y esta radiación tiene un efecto directo en la mortalidad de huevos fertilizados de ranas. Esto se hace más evidente en poblaciones de zonas montañosas (Blaustein & Wake, 1995). Otros factores que han sido identificados como posibles causas de reducciones son: destrucción y fragmentación del hábitat, lo cual tiene un efecto directo sobre las poblaciones (Wyman, 1990); introducción de especies no nativas, lo que aumenta la competencia por recursos y depredación de los anfibios (Blaustein & Wake, 1995; Corn, 1994); disturbios causados por los propios científicos, al usar sistemas de marcado que puedan afectar la supervivencia de animales censados (Lips, 1998); contaminación ambiental (Blaustein & Wake, 1995; Wyman, 1990); lluvia ácida (Wyman, 1990); cambio climático (Wyman, 1990), lo que a su vez puede ser generado por actividad humana, por ejemplo, una reducción en la humedad ambiental a raíz de la deforestación, actividad que disminuye las lluvias en regiones tropicales.

Un descubrimiento más reciente es el de un hongo chitridiomyceto que se ha encontrado en anuros

enfermos y muertos en Australia y Centro América (Berger *et al.*, 1998). Este hongo ha sido encontrado en forma independiente por investigadores americanos y australianos, y parece haber afectado especies de ranas y sapos en lugares tan diversos como Australia, Panamá, EEUU (Berger *et al.*, 1998) y Europa (Bosch *et al.*, 2001). Adicionalmente, una epidemia causada por un virus denominado ranavirus ha tenido efectos devastadores en las poblaciones de ranas en el Reino Unido. Se cree que este virus fue introducido al Reino Unido a través de la importación de peces ornamentales cultivados en los EEUU, que sirvieron como portadores del virus y que comparten pozas y estanques con las ranas británicas (Brown, 2002). Es posible que estos agentes biológicos no sean los únicos responsables por reducciones poblacionales, puesto que podrían estar actuando en conjunción con los otros factores anteriormente mencionados.

Aunque se han logrado ciertos avances, aún quedan muchas preguntas por responder. Una de las principales, y más de una década después del congreso en Canterbury, es que aún no tenemos certeza de cómo determinar si es que aparentes reducciones son fluctuaciones poblacionales normales o si es que son efectos reales de causas aisladas o de cambios globales (Lips, 1998).

La paradoja

Un segundo problema que atañe a los anfibios es de carácter conceptual, pero que tiene implicaciones prácticas, y este es el de identidad. ¿A qué se llama una especie?

La misma dialéctica se extiende a muchos otros grupos de organismos, pero que dado el fenómeno específico de la pérdida de poblaciones de anfibios, y que talvez no se disponga de tanto tiempo para tomar decisiones prácticas, la pregunta se vuelve de gran importancia en este grupo.

Existen 22 definiciones de especie en vigencia (Mayden, 1997). Diferentes autoridades taxonómicas utilizan definiciones distintas, lo que hace que lo que es considerado como una especie por un experto, no sea necesariamente considerado de la misma manera por otra autoridad. Y eso es por la propia naturaleza continua y dinámica de las especies, sin fronteras discretas, lo que dificulta su identificación inequívoca. En el caso particular de los anfibios, son un grupo diversificado, con un número estimado superior a las 5, 000 especies (Blaustein, 1994). Sin embargo, existen muchos grupos o géneros que son problemáticos, dado que se sospecha / sabe que existen en realidad muchas más especies en ellos de las que se reconocen en la actualidad, o cuya identidad biológica no está muy clara (como en el complejo hibridogénico de la rana europea *Rana esculenta* (Hillis, 1988)). Tal es el caso del complejo *Rana pipiens*, las ranas leopardo en Norte América (Hillis, 1988), algunos miembros del género *Leptodactylus* (ver Heyer *et al.*, 1996), el género *Adenomera* (Angulo *et al.*, en prensa; Angulo & Reichle, datos no

publicados), miembros de los grupos de *Hyla* de pequeño porte, los géneros *Osteocephalus*, *Phrynopus* y *Scinax* (Angulo, Reichle & Kwet, datos no publicados), por citar algunos. Típicamente se tratan de grupos con similitud morfológica generalizada. En muchos casos, también son animales poco conocidos. Estos grupos se vuelven entonces una suerte de caja de Pandora taxonómica, donde se ha acumulado una gran cantidad de ejemplares en colecciones museológicas, pero cuyas variaciones morfológicas mínimas, sutiles y continuas dificultan precisar una identidad biológica de manera confiable. Así pues, existen complejos crípticos, y la forma de tratarlos ha variado notoriamente con el pasar del tiempo. Por ejemplo, el tratamiento del complejo *R. pipiens* ha pasado por varias fases: el reconocimiento de cada morfo o variante como una especie plena (enfoque tipológico, anterior a la década de 1940), el reconocimiento de una sola forma con muchas variantes (enfoque politípico, de los años '40 a los '60) y finalmente el de complejos de varias especies (de los años '60 a la actualidad) (Hillis, 1988). Hoy en día existe un reconocimiento de que los anfibios constituyen un grupo más diverso de lo que está actualmente legitimado. Y de allí que viene la paradoja de los anfibios: la riqueza en diversidad, la pérdida de poblaciones.

Efectos sobre evaluaciones de poblaciones

¿Cómo afecta esta situación de identidad biológica la determinación del estado de las poblaciones de anfibios?

Supongamos un caso sencillo, en donde tenemos una "especie" que en realidad es un complejo de dos especies crípticas (ver Figura 1). Digamos que se monitorean cuatro poblaciones de esta "especie" (poblaciones 1, 2, 3 y 4), y que éstas poblaciones son alopátricas, es decir, no tienen contacto geográfico entre sí. Dos de éstas poblaciones son de la especie críptica A (1 y 4) y dos de la especie críptica B (2 y 3). Después de cierto tiempo de evaluación, se determina que las poblaciones 1 y 4 se están reduciendo, pero que las poblaciones 2 y 3 se mantienen estables. Es decir, la "especie" como un todo no se consideraría necesariamente en vías de extinción (dependiendo de la proporción de reducción de las poblaciones, podría ser considerada como bajo peligro, vulnerable o amenazada, pero no un caso crítico o alarmante), porque dos de las cuatro poblaciones se mantienen saludables. Pero en realidad las dos poblaciones que se están viendo reducidas son de la especie críptica A, lo que significaría que ésta especie es la que correría un verdadero riesgo de extinción. Esto no se detectaría porque la especie A no estaría reconocida como tal. Este simple caso con dos especies crípticas puede complicarse si se añaden más especies, se muestrean más poblaciones, o se muestrean poblaciones en simpatria (con patrones de distribución geográfica que se superimponen). Hay que tomar en cuenta que las poblaciones normalmente difieren en densidad, lo cual

sería un componente adicional que considerar al analizar patrones de dinámica poblacional.

En el caso opuesto, es decir, en donde se evalúen distintas poblaciones de dos especies que son tratadas como plenas pero que en realidad vienen a ser variantes de una sola, lo que podría ocurrir es invertir demasiado esfuerzo / recursos en una especie que no se encuentre amenazada o vulnerable.

Si bien la mayoría de los estudios de monitoreo se efectúan dentro de un área geográfica restringida, y por ello parecería relativamente seguro asumir que se estaría tratando con solamente una especie críptica a la vez en cada localidad (asumiendo que las especies crípticas tuvieran distribuciones alopátricas), este no es necesariamente el caso. Un buen ejemplo lo constituye el género *Adenomera* (Anura, Leptodactylidae) en la Reserva Nacional de Tambopata, Madre de Dios, Perú. Hasta hace poco se creía que ocurrían dos especies de *Adenomera*, *A. andreae* y *A. hylaedactyla*, en la Amazonía Peruana. Este grupo se caracteriza por la gran semejanza y variación poblacional entre las especies que lo constituyen. Al investigar las identidades biológicas de estas ranas mediante el estudio de sus vocalizaciones (que son específicas para cada especie), variación morfológica y hábitat, se descubrió que existen en realidad cuatro especies plenas, y no dos como se pensaba (Angulo *et al.*, en prensa). Las cuatro especies ocurren en la misma localidad, siendo todas simpátricas, pero dándose cada especie en un hábitat particular. Dos de las especies ocurren en el mismo hábitat (bosque inundable), siendo de esta manera sintópicas; una especie ocurre en áreas abiertas y otra en bosque alto. Aunque no se condujo una evaluación poblacional formal de estas ranas, en el tiempo que duró el trabajo de campo de este estudio, dos de las especies (una de bosque inundable y la otra de área abierta) fueron observadas más frecuentemente que las otras dos (la otra de bosque inundable y la de bosque alto, que es la menos frecuente de todas estas ranas). Si fuéramos a evaluar la situación poblacional de las dos especies nominales de *Adenomera* en Tambopata, basándonos en lo que se sabía antes de esta investigación, posiblemente las juzgaríamos estables. De hecho, la nominal *Adenomera andreae* es una de las especies de anfibios más comunes en Tambopata (ver Doan & Arizábal, 2002). Tal vez incluso priorizaríamos la conservación de áreas de bosque inundable basándonos en observaciones de densidad poblacional de estas ranas. Sin embargo, a la luz de la nueva información, sabemos que tenemos más especies y que éstas se ubican en hábitats específicos.

Si este es el caso con sólo un género de pequeñas ranas de hojarasca, y en una localidad en la Amazonía, podría bien ser un fenómeno mucho más generalizado en las ranas en general y para un número mayor de localidades. Esto tiene el potencial de afectar no solo estudios circunscritos a un área geográfica, sino también revisiones que busquen integrar la

información de estudios individuales de diferentes investigadores. Aunque el nombre dado al taxón sea el mismo, un investigador trabajando en una localidad A podría bien estar trabajando con un taxón distinto a otro trabajador en la localidad B. Lo inverso también podría suscitarse: asignar nombres diferentes a una misma unidad taxonómica (Young *et al.*, 2001). Y si al integrar información proveniente de diferentes fuentes usamos datos poblacionales de una localidad con datos de reproducción o de historia natural de otra, podríamos estar complicando el panorama aún más (B.Young, comentario personal).

Conclusión

La pérdida no solo de poblaciones sino potencialmente de especies de anfibios requiere urgentemente de atención y acciones pertinentes. La implantación y mantenimiento de programas de monitoreo y censos frecuentes de las poblaciones de anfibios es fundamental como un paso inicial hacia la conservación de este grupo. Actualmente se está realizando un esfuerzo global por compilar una base de datos que ayude a determinar las distribuciones de las poblaciones en disminución y sus posibles causales, lo cual es un gran avance.

Sin embargo, también es muy importante determinar las identidades biológicas de estas poblaciones. Como mencionado anteriormente, si no se tiene una buena noción de las identidades biológicas de las poblaciones muestreadas, por más esfuerzos que se inviertan en censos y luego en medidas de conservación, se podría terminar por perder no sólo una población sino una especie, particularmente si se trata de animales con distribuciones o hábitats muy restringidos.

Se sugiere, entonces, que a la par de monitorear poblaciones de anfibios, también se haga un esfuerzo por determinar la identidad biológica de la población evaluada. Esto involucra no solamente colecta científica de especímenes, sino también colecta de otros tipos de datos que evidencien la naturaleza de los animales: pueden ser tejidos para posterior análisis molecular, observaciones *in situ* sobre comportamiento, en particular aquel relacionado con reproducción: grabación de cantos (en el caso de anuros), lugar y forma de reproducción, uso y partición del recurso espacial, con especial atención en el hábitat en donde se encuentre la población. Necesitamos de información básica acerca de la historia natural y ecología de muchas especies (Young *et al.*, 2001). Si logramos integrar los dos tipos de información – identidad biológica y estado poblacional– seremos mucho más eficientes en la elaboración y ejecución de los planes de conservación de anfibios.

Agradecimientos

A la NSERC (National Science and Engineering Research Council) de Canadá #4946 a cargo del Dr. G. K. Morris por la beca de investigación. A Juan

Figuerola Landi, por su revisión de una versión anterior de este manuscrito y a Bruce Young por la revisión y comentarios al presente trabajo.

Referencias bibliográficas

- Angulo A., Cocroft R.B. & Reichle S. Species identity in the genus *Adenomera* (Anura: Leptodactylidae) in southeastern Peru. *Herpetologica*. (in press).
- Barinaga M. 1990. Where have all the froggies gone? *Science*. 247: 1033-1034.
- Berger L., Speare R., Daszak P., Green D.E., Cunningham A.A., Goggin C.L., Slocombe R., Ragan M.A., Hyatt A.D., McDonald K.R., Bines H.B., Lips K.R., Marantelli G. & Parkes H. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rainforests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 95: 9031-9036.
- Blaustein A.R. 1994. Chicken little or Nero's fiddle? A perspective on declining amphibian populations. *Herpetologica*. 50(1): 85-97.
- Blaustein A.R. & Wake D.B. 1990. Declining amphibian populations: A global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution*. 5(7): 203-204.
- Blaustein A.R. & Wake D.B. 1995. The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American*. 272(4): 56-61.
- Bosch J., Martínez-Solano I. & García-Paris M. 2001. Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain. *Biological Conservation*. 97: 331-337.
- Brown P. 2002. Disease killing frogs is linked to goldfish from the US. *Guardian Unlimited*. 29 January 2002. <http://www.guardian.co.uk/Archive/Article/0,4273,4344901,00.html>.
- Corn P.S. 1994. What we know and don't know about amphibian declines in the West. Páginas 59-67 in: W. W. Covington & L. F. DeBano (technical coordinators). Sustainable ecological systems: Implementing an ecological approach to land management. Reporte Técnico General RM-247. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Ft. Collins, Colorado.
- Doan T.M. & Arizabal Arriaga W. 2002. Microgeographic variation in species composition of the herpetofaunal communities of Tambopata region, Peru. *Biotropica*. 34(1): 101-117.
- Griffiths R. & Beebee T. 1992. Decline and fall of the amphibians. *New Scientist*. 1827: 25-29.
- Halliday T.R. & Heyer W.R. 1997. The case of the vanishing frogs. Páginas 181-189 in: G. L. Miller (publisher). 2000. *Nature's fading chorus. Classic and contemporary writings on amphibians*. Island Press, Washington, D. C.

- Heyer W.R., García-Lopez J.M. & Cardoso A.J. 1996. Advertisement call variation in the *Leptodactylus mystaceus* species complex (Amphibia: Leptodactylidae) with a description of a new sibling species. *Amphibia-Reptilia*. 17: 7-31.
- Hillis D.M. 1988. Systematics of the *Rana pipiens* complex: Puzzle and paradigm. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 19: 39-63.
- Lips K.R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology*. 12(1): 106-117.
- Mayden R.L. 1997. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. : 381-424 in: M. F. Claridge, H. A. Dawah & M. R. Wilson (publishers). *Species: The units of biodiversity*. Chapman y Hall, New York.
- Pechmann J.H.K. & Wilbur H.M. 1994. Putting declining amphibian populations in perspective: natural fluctuations and human impact. *Herpetologica*. 50(1): 65-84.
- Pechmann J.H.K., Scott D.E., Semlitsch R.D., Caldwell J.P., Vitt L.J. & Gibbons J.W. 1991. Declining amphibian populations: The problem of separating human impacts from natural fluctuations. *Science*. 253: 892-895.
- Pounds J. A. & Crump M. L. 1994. Amphibian declines and climate disturbance: The case of the golden toad and the harlequin frog. *Conservation Biology*. 8(1): 72-85.
- Santini F. & Angulo A. 2001. Assessing conservation priorities through the development of biodiversity indicators. *Rivista di Biologia/Biology Forum*. 94: 259-276.
- Wake D. B. 1991. Declining amphibian populations. *Science*. 253: 860.
- Wyman R.L. 1990. What's happening to the amphibians? *Conservation Biology*. 4(4): 350-352.
- Young B.E., Lips K.R., Reaser J.K., Ibáñez R., Salas A.W., Cedeño J.R., Coloma L.A. , Ron S. , La Marca E., Meyer J.R. , Muñoz A., Bolaños F. , Chaves G. & Romo D. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*. 15(5): 1213-1223.
- Young S. 1990. Twilight of the frogs. *New Scientist*. 126(1713): 27.

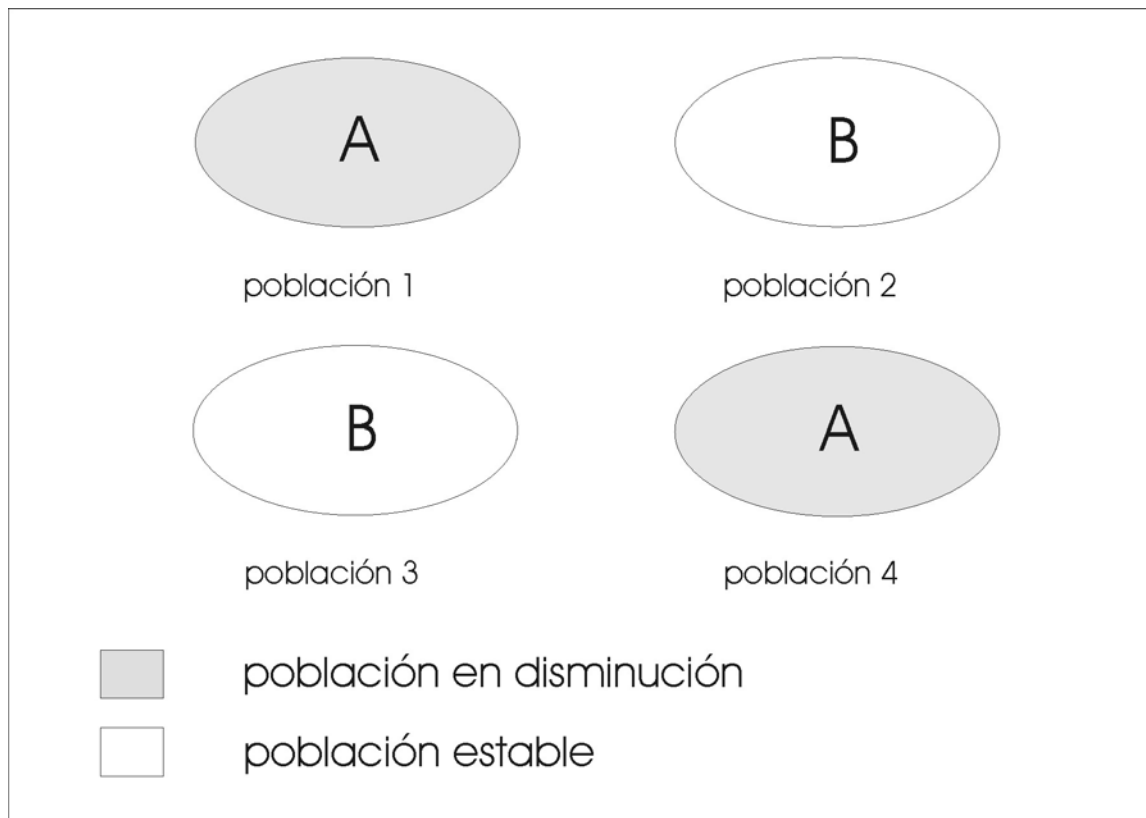


Figura 1. Simulación de cuatro poblaciones de dos especies crípticas hipotéticas, A y B. Los colores indican estado de la población, gris indica una reducción en la población mientras que blanco indica una población estable.