

## Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia

### Bird communities as ecological indicators for environmental monitoring programs in La Paz city, Bolivia.

Mariana Villegas B. <sup>1\*</sup> & Álvaro Garitano-Zavala <sup>2</sup>

<sup>1</sup> DRIADE Ecología y Conservación, La Paz, Bolivia

Email: mariana.villegas@gmail.com \* Autor de correspondencia

<sup>2</sup> Unidad de Manejo y Conservación de Fauna, Instituto de Ecología, Carrera de Biología, Universidad

Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia

Email: agaritanozavala@umsa.bo

La urbanización es un proceso continuo que produce una gama de diferentes densidades y patrones de asentamiento humano (Marzluff *et al.* 2001), provocando la reducción y fragmentación de la vegetación nativa y modificando las comunidades de fauna residentes (Marzluff & Ewing 2001, Alberti *et al.* 2003). La investigación en ecosistemas urbanos para su conservación y restauración se hace cada vez más urgente ante el crecimiento acelerado de las poblaciones humanas (Vitousek *et al.* 1997, Niemelä 1999, Marzluff & Ewing 2001, Miller & Hobbs 2001). Para esto resulta imprescindible evaluar el estado actual de la fauna residente en una ciudad y cómo los cambios ambientales pueden afectar su condición futura (MacNally & Fleishman 2004), de manera que programas de monitoreo proporcionen lineamientos para la planificación urbana (Niemelä 2000).

Las aves son una buena elección para el monitoreo porque pueden ser censadas a grandes escalas, su ocurrencia y abundancia está influenciada por las características del hábitat que les rodea, son fáciles de ver y tienen atractivo con el público (Carignan & Villard 2002, Gregory 2006). El uso de especies de aves como indicadoras se realiza bajo el supuesto de que las respuestas de especies individuales pueden ser representativas de la respuesta otra fauna en la comunidad (MacNally & Fleishman 2004, Fleishman *et al.* 2005). En el presente estudio utilizamos a las comunidades de aves como indicadores ecológicos: Grupos de especies que pueden indicar características particulares en el hábitat (Niemelä 2000), tomando en cuenta que cada una puede responder independientemente a la variación ambiental (Canterbury *et al.* 2000) y que la presencia o ausencia de una de éstas, puede indicar condiciones ecológicas particulares (Carignan & Villard 2002).

Evaluamos la composición de las comunidades de aves nativas en la ciudad de La Paz para clasificar a las especies según su respuesta a distintos niveles de urbanización, con el fin de sugerir la forma de estructurar programas de monitoreo de calidad ambiental.

La ciudad de La Paz está ubicada en los Andes Centrales, en un valle interandino al este de la meseta altiplánica y al pie de la Cordillera Oriental (Baudoin 1991, Liberman 1991). Se ubica dentro de una cuenca originada por la erosión del río La Paz y sus afluentes, extendiéndose a lo largo de un gradiente altitudinal entre 4.100-3.000 m de altitud. Presenta un relieve irregular con serranías, quebradas, valles, terrazas, mesetas y llanuras aluviales (Liberman 1991). La vegetación original de la ciudad de La Paz se encuentra muy degradada por acción de la actividad humana (García 1997) y difiere según los tres pisos altitudinales donde se extiende: El piso altoandino, cuyos límites inferiores se encuentran entre 4.100-4.200 m; el piso puneño entre 4.200-3.500 m; y el piso prepuneño entre 3.500-3.000 m (Beck & García 1991).

Realizamos el presente estudio entre 3.100-4.100 m abarcando los pisos puneño y prepuneño. Originalmente la vegetación puneña estaba dominada por un bosque de *Polylepis*, acompañado por arbustos como *Dunalia brachyacantha*, *Psoralea pubescens* y *Achyrocline satureoides*, entre otros (Navarro & Maldonado 2002). En el piso prepuneño se habrían encontrado algunas especies como *Prosopis laevigata*, *Caesalpinia bangii* y *Tecoma arequipensis* entre otras, que todavía se observan en fragmentos relativamente bien conservados (Navarro & Maldonado 2002). Actualmente, domina un estrato arbustivo nativo sucesional que cuenta con especies como *Viguiera pazensis*, *Nicotiana glauca*, *Malva parviflora*, *Mutisia acuminata*, *Adesmia miraflorensis*, *Baccharis* spp. y *Cortaderia* spp., entre otras. El estrato arbóreo está dominado por especies exóticas ornamentales, cultivadas en parques, jardines y calles, siendo las especies más comunes *Eucalyptus globulus*, *Cupressus macrocarpa*, *Acacia retinoides*, *A. dealbata*, *Pinus radiata*, *Populus nigra* y *P. balsamifera* (García 1991).

Utilizamos como unidades de respuesta a las “estaciones de observación”, que son áreas circulares de 50 m de radio. Para elegir las realizamos una selección aleatoria, colocando una grilla imaginaria con 24.528 celdillas numeradas, de una hectárea cada una, sobre un mapa de la ciudad de La Paz de manera de cubrir el espacio geográfico que está dentro de los límites de la mancha urbana. Mediante la generación de números aleatorios seleccionamos 104 celdillas y en cada una establecimos en el centro una estación de observación. En campo, si las coordenadas elegidas implicaban una estación de observación inaccesible por tratarse de propiedad privada o por la topografía, desplazábamos ligeramente la posición dentro del cuadrante de una hectárea hasta conseguir un punto con el mayor radio de visibilidad posible. Existió una distancia mínima de 200 m entre estaciones de observación.

Para considerar el gradiente altitudinal de la ciudad de La Paz categorizamos cinco rangos altitudinales: Rango A (3.100-3.299 m), B (3.300-3.499 m), C (3.500-3.699 m), D (3.700-3.899 m) y E (3.900-4.099 m). Antes de realizar los conteos de aves, describimos cada estación de observación según las características ambientales dentro de los 50 m de radio, considerando los siguientes parámetros: Concentración de edificaciones, tipos de asentamientos (áreas comerciales, residenciales o áreas con cultivos) y presencia de jardines y/o áreas verdes de vegetación ruderal. De este modo, a cada estación de observación le asignamos una de las siguientes categorías de áreas: (1) Con vegetación natural y ruderal con pocas o ninguna vivienda, (2) con pocas viviendas, presencia de cultivos y vegetación nativa, (3) con pocas edificaciones (incluye áreas verdes para la recreación, con vegetación nativa y vegetación ornamental), (4) residencial con muchos jardines, (5) viviendas (en ladera o no) con pocas y pequeñas áreas verdes de vegetación ruderal, (6) comercial y de viviendas con pocos jardines y (7) comercial con superficies cubiertas por edificaciones casi en el 100%, con mínima cobertura de vegetación.

La tabla 1 muestra el número de estaciones de observación ubicadas por categoría de urbanización y por rango altitudinal. Las estaciones de observación ubicadas en la categoría (7) aparecen solamente en el rango altitudinal C, lo cual está relacionado a las tendencias de urbanización en la ciudad. Para las otras categorías existe en conjunto una distribución más homogénea con respecto a los rangos de altitud.

Para realizar el conteo de aves, en cada estación de observación utilizamos el método de punto de conteo con un radio de 50 m, donde registramos todas las especies de aves presentes en un periodo de 15 minutos (Ralph *et al.* 1995). Consideramos para el conteo sólo a las aves detectadas visualmente. No obstante, prestamos atención a las vocalizaciones de las

**Tabla 1.** Número de estaciones de observación ubicadas por cada categoría de urbanización y por cada rango altitudinal. Categorías de urbanización: (1) Áreas con vegetación natural y ruderal con pocas o ninguna vivienda, (2) áreas con pocas viviendas, presencia de cultivos y vegetación nativa, (3) áreas con edificaciones y áreas verdes de recreación, vegetación nativa y vegetación ornamental, (4) áreas residenciales con muchos jardines, (5) áreas de viviendas (en ladera o no) con pocas y pequeñas áreas verdes de vegetación ruderal, (6) áreas comerciales y de viviendas con pocos jardines y (7) áreas comerciales edificadas en casi el 100%, con mínima cobertura de vegetación. Rangos altitudinales: Rango A (3.100-3.299 m), B (3.300-3.499 m), C (3.500-3.699 m), D (3.700-3.899 m) y E (3.900-4.099 m).

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5	Categoría 6	Categoría 7	Total
Rango A	3	3	7	8	-	2	-	23
Rango B	7	3	7	5	1	3	-	26
Rango C	5	3	1	1	6	3	6	25
Rango D	10	3	-	-	6	1	-	20
Rango E	3	4	2	-	1	-	-	10
<b>Total</b>	28	16	17	14	14	9	6	104

aves, las cuales permitieron lograr el contacto visual con los individuos menos conspicuos. Realizamos tres réplicas para cada estación de observación, entre septiembre 2004 a febrero 2005 entre 6:30 y las 10:30 horas. Todos los conteos de aves fueron realizados por la misma persona.

En la ciudad de La Paz, la composición de las especies de aves es influenciada de forma diferencial por los distintos niveles de urbanización y también por el gradiente altitudinal (Villegas 2005). Con base a los datos de avifauna obtenidos, establecimos dos criterios para clasificar a las especies de aves como indicadoras del grado de disturbio: Según su presencia en ambientes con distintos grados de urbanización y en los rangos altitudinales. A continuación explicamos ambos criterios y las opciones en cada uno.

**1. Distribución altitudinal:** Ubicua, para especies presentes en rangos altitudinales

4 ó 5; restringida a ambientes altos para especies en rangos D y/o E (3.700–4.099 m) y restringida a ambientes bajos para especies en rangos A y/o B (3.100–3.499 m).

**2. Distribución en categorías de urbanización:** Ubicua, para especies en categorías de urbanización 6 ó 7; moderadamente restringida para aquellas en 4 ó 5; restringida a ambientes de mayor urbanización para especies en 1-3 categorías con niveles altos de urbanización (categorías 5-7) y restringida a ambientes de menor urbanización para especies en 1-3 categorías con niveles bajos de urbanización (categorías 1-3).

Mediante esta clasificación, elaboramos una tabla en la cual relacionamos las opciones del criterio de distribución en categorías de urbanización con las opciones del criterio de distribución altitudinal. En las 104 estaciones

de observación, registramos un total de 64 especies de aves nativas. Ocho de estas especies no las utilizamos en la propuesta final de clasificación, ya que tienen rangos de hogar amplios que se extienden más allá de los límites urbanos y por otra parte, su presencia no implica necesariamente el uso de recursos en el ambiente urbano. Estas especies son cinco rapaces (*Buteo poecilochrous*, *Falco sparverius*, *F. femoralis*, *F. peregrinus* y *Phalco boenus megalopterus*), una especie de pato (*Anas flavirostris*), el vencejo andino (*Aeronautus andecolus*) y la gaviota andina (*Larus serranus*). Por tanto, en total consideramos 56 especies de aves nativas, pertenecientes a 16 familias.

Como resultado de la clasificación de las especies de aves elaboramos la tabla 2, que muestra a las especies de aves organizadas en seis de las nueve casillas posibles. En el criterio de distribución en categorías de urbanización, existía además la opción de restringida a ambientes con niveles altos de urbanización, sin embargo ésta solamente podría aplicarse a la especie introducida *Columba livia*. En cada una de las seis casillas de la tabla 2 están citadas las especies que se observan en estos ambientes y en la parte inferior de cada casilla citamos a las que se observan de forma casual. La presencia del conjunto de especies de aves de cada casilla puede ser indicadora de características particulares, como por ejemplo las especies de la primera casilla pueden ser indicadoras de ambientes con altos niveles de urbanización si son las únicas presentes en un hábitat determinado, son mayormente especies omnívoras y granívoras. Por otro lado, las especies de la columna 2 pueden ser indicadoras de ambientes con niveles medios de urbanización, con presencia de áreas verdes para recreación y jardines con vegetación ornamental que ofrezcan recursos importantes, como frutos, granos y flores, estas especies son mayormente especies frugívoras, nectarívoras y granívoras, con algunas insectívoras. Las especies de la columna 3 indican la presencia de grandes áreas verdes con vegetación nativa

y eventualmente la presencia de campos de cultivos, la mayoría de éstas son insectívoras. Esta tabla por tanto puede ser muy útil para el diagnóstico del efecto de la urbanización sobre la avifauna.

Las aves pueden indicarnos ciertas características del hábitat, su presencia o ausencia nos puede ayudar a discernir patrones o umbrales de impactos ambientales, puesto que algunas especies persisten a lo largo de gradientes de disturbio mientras que otras desaparecen (Bryce & Hughes 2002). En este estudio claramente se pueden hacer estas distinciones entre especies de aves. De esta manera, estudios de baja duración con criterios relativamente simples pueden revelar características de la avifauna en relación a disturbios ambientales en un ecosistema urbano, de forma rápida y a bajo costo.

En un proceso cuya finalidad sea seleccionar especies indicadoras, el primer paso es determinar los objetivos de la indicación y luego indicadores potenciales pueden ser seleccionados basándose en un grupo de criterios *a priori* (Niemelä 2000), como los que proponemos en este trabajo. Posteriormente debe establecerse la relación entre el indicador y el estado ecológico o ambiental (Lindenmayer 1999, Niemelä 2000). Si la correlación existe, se debe establecer la solidez del indicador mediante el planteamiento y evaluación de diferentes hipótesis (Niemelä 2000). En este trabajo únicamente hemos seguido los dos primeros pasos. Para seguir todo el proceso e identificar a las especies de aves indicadoras de características particulares falta aún medir y establecer la relación entre éstas y los factores ambientales de urbanización. Este sería un importante aporte en el futuro.

El uso de aves como indicadores también tiene desventajas, porque las aves no necesariamente pueden reflejar la salud de otros taxones que viven en el mismo hábitat (Gregory 2006). Además, las aves pueden tener respuestas diferenciales a los disturbios en relación a otros grupos de organismos

**Tabla 2.** Clasificación de las especies según su distribución en las categorías de urbanización y su distribución altitudinal en la ciudad de La Paz.

		DISTRIBUCIÓN EN CATEGORÍAS DE URBANIZACIÓN		
		<b>Ubicuas</b> Especies presentes en todas las categorías de urbanización, son las únicas especies nativas en ambientes con altos niveles de urbanización: áreas comerciales con casi el 100% de cobertura edificada, mínima cobertura vegetal.	<b>Moderadamente restringidas a ambientes de menor urbanización</b> Especies presentes en ambientes con niveles medios de urbanización: áreas comerciales y residenciales con jardines, áreas verdes de recreación. Estas especies también se presentan en ambientes con niveles bajos de urbanización.	<b>Restringidas a ambientes de menor urbanización</b> Especies presentes sólo en ambientes con bajos niveles de urbanización: áreas con pocas viviendas, áreas agrícolas, áreas de vegetación nativa y ornamental.
<b>DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL</b>	<b>Ubicua</b>	<i>Zonotrichia capensis</i> <i>Carduelis atrata</i> <i>Turdus chiguanco</i> <i>Zenaida auriculata</i> <i>Phrygilus punensis</i>  Especies casuales: <i>Metriopelia ceciliae</i> <i>Catamenia analis</i> <i>Colibri coruscans</i> <i>Troglodytes aedon</i> <i>Sicalis olivascens</i> .	<i>Sicalis olivascens</i> <i>Metriopelia ceciliae</i> <i>Colibri coruscans</i> <i>Catamenia analis</i> <i>Troglodytes aedon</i> <i>Carduelis xanthogastra</i> <i>Phytotoma rutila</i> <i>Saltator aurantiirostris</i> <i>Diglossa carbonaria</i> <i>Patagioenas maculosa</i> <i>Colaptes rupicola</i> <i>Patagona gigas</i> <i>Amazilia chionogaster</i> <i>Turdus fuscater</i> <i>Anairetes parulus</i>	<i>Asthenes dorbignyi</i> <i>Ochthoeca oenanthoides</i> <i>Phrygilus fruticeti</i> <i>Cinclodes fuscus</i> <i>Ochetorhynchus ruficaudus</i> <i>Conirostrum cinereum</i> <i>Asthenes modesta</i> <i>Ochetorhynchus andaecola</i> <i>Leptasthenura fuliginiceps</i> <i>Leptasthenura aegithaloides</i>  Especies casuales: <i>Poospiza boliviana</i> <i>Geositta punensis</i> <i>Catamenia inornata</i> <i>Muscisaxicola griseus</i>
	<b>Restringida a ambientes bajos</b>		<i>Thraupis sayaca</i> <i>Sappho sparganura</i> <i>Psilopsiagon aymara</i> <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> <i>Thraupis bonariensis</i> <i>Carduelis uropygialis</i>	<i>Poospiza hypochondria</i> <i>Mimus dorsalis</i> <i>Ochthoeca leucophrys</i>  Especies casuales: <i>Lesbia nuna</i> <i>Knipolegus aterrimus</i> <i>Geositta rufipennis</i> <i>Sicalis flaveola</i> <i>Gnorimopsar chopi</i>
	<b>Restringida a ambientes altos</b>			<i>Phrygilus plebejus</i> <i>Muscisaxicola cinereus</i> <i>Muscisaxicola rufivertex</i> <i>Phrygilus unicolor</i>  Especies casuales: <i>Oreotrochilus estella</i> <i>Orochelidon murina</i> <i>Diglossa brunneiventris</i> <i>Muscisaxicola maculirostris</i>

(Lindenmayer 1999, Milesi *et al.* 2002) y no se pueden hacer generalizaciones para toda la comunidad biológica. Por otro lado, la presencia actual de una especie puede no ser un buen indicador de su futura persistencia, ya que las extinciones pueden ocurrir después de periodos prolongados de un disturbio (Lindenmayer 1999). Por lo tanto, el monitoreo debe evaluar no solamente el estado sino también el cambio de las variables (Block *et al.* 2001). De esta manera recomendamos implementar programas de monitoreo de largo plazo para que los procesos de planificación y conservación sean efectivos y confiables. Además es necesario monitorear la dinámica poblacional (Block *et al.* 2001) de algunas especies, así como aspectos de éxito reproductivo y dispersión en el ecosistema urbano (Marzluff & Ewing 2001).

La diversidad de avifauna que existe actualmente en la ciudad de La Paz ya es un reflejo y un resultado de la alteración urbana. Las especies restringidas espacialmente son buenas indicadoras porque representan tipos de hábitats específicos, por ejemplo las especies de los géneros *Upucerthia* y *Leptasthenura* pueden indicar ambientes con presencia de matorral relictual poco intervenido (Ribera 1991), con existencia de recursos importantes para ellas que probablemente están ausentes en ambientes con altos niveles de urbanización. En la ciudad de La Paz la cobertura de vegetación es muy baja y en ocasiones está dominada por vegetación exótica que reemplaza el matorral nativo importante para especies de aves especialistas (Garitano-Zavala & Gismondi 2003, Villegas 2005). La propuesta que presentamos puede ser utilizada, por ejemplo en programas de recuperación y restauración de ecosistemas mediante la utilización de vegetación nativa.

La tabla 2 constituye una herramienta útil para la estructuración y ejecución de futuros programas de monitoreo de la calidad ambiental, utilizando a las comunidades de aves como indicadores del grado de urbanización. Para que el Municipio de La Paz

implemente un programa de monitoreo de esta naturaleza, proponemos utilizar los siguientes lineamientos:

El método de puntos de conteo es una buena herramienta en ambientes urbanos. La falta de visibilidad por la presencia de muros u otros obstáculos es inevitable y en muchos casos no se puede cubrir el radio de 50 m. Sin embargo, es importante realizar estos relevamientos de la avifauna presente en un ambiente urbano al igual que en otros ambientes menos intervenidos, intentando en lo posible cubrir ese radio u otro menor establecido previamente. Asimismo, la imposibilidad de ingresar a propiedades privadas puede ser un impedimento, sin embargo, se pueden realizar las gestiones necesarias si el diseño experimental y los objetivos de un monitoreo futuro lo requieren.

Consideramos que el número de réplicas utilizado (tres conteos) es el número mínimo a utilizarse en áreas con bajos niveles de urbanización. Este número puede incrementarse dependiendo de los objetivos y recursos disponibles para el estudio a realizar.

El monitoreo de la avifauna nativa en estaciones de observación distribuidas en toda la ciudad debería ser periódico.

## Referencias

- Alberti, M., J. M. Marzluff, E. Shulenberger, G. Bradley, C. Ryan, & C. Zumbrunnen. 2003. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *BioScience* 53(12): 1169-1179.
- Baudoin, M. 1991. Introducción. pp 3-17. En: Baudoin, M. & E. Forno (eds.). *Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Beck, S. & E. García. 1991. Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales. pp 65-108. En: Baudoin, M. & E. Forno (eds.). *Historia Natural de un Valle en*

- Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Block, W. M., A. B. Franklin, J. P. Ward, J. L. Ganey & G. C. White. 2001. Design and implementation of monitoring studies to evaluate the success of ecological restoration on wildlife. *Restoration Ecology* 9(3): 293–303.
- Bryce, S. A. & R. M. Hughes. 2002. Development of a bird integrity index: using bird assemblages as indicators of riparian condition. *Environmental Management* 30(2): 294–310.
- Canterbury, G. E., T. E. Martin, D. R. Petit, L. J. Petit & D. F. Bradford. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology* 14 (2): 544-558.
- Carignan, V. & M. A. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment* 78: 45-61.
- Fleishman, E., J. R. Thompson, R. Mac Nally, D. D. Murphy & J. P. Fay. 2005. Using indicator species to predict species richness of multiple taxonomic groups. *Conservation Biology* 19 (4): 1125-1137.
- García, E. 1991. Flora de la ciudad de La Paz. pp 151-169. En: M. Baudoin & E. Forno (eds.). *Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- García, E. 1997. Composición florística y ecología de las comunidades ruderales de las calles de la ciudad de La Paz. *Ecología en Bolivia* 29: 1-18.
- Garitano-Zavala, A. & P. Gismondi. 2003. Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia). *Ecología en Bolivia* 38(1): 65-78.
- Gregory, R. 2006. Birds as biodiversity indicators for Europe. *Significance* 3: 106-110.
- Lieberman, M. 1991. Geología del valle de La Paz. pp 19-26. En: Baudoin, M. & E. Forno (eds.). *Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Lindenmayer, D. B. 1999. Future directions for biodiversity conservation in managed forests: indicator species, impact studies and monitoring programs. *Forest Ecology and Management* 115: 277-287.
- MacNally, R. & E. Fleishman. 2004. A successful predictive model of species richness based on indicator species. *Conservation Biology* 18(3): 646-654.
- Marzluff, J. M., R. Bowman & R. Donnelly. 2001. A historical perspective on urban bird research: trends, terms and approaches. Pp 1-17. En: Marzluff, J.M. R. Bowman & R. Donnelly (eds.). *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Kluwer Academic, Norwell.
- Marzluff, J. M. & K. Ewing. 2001. Restoration of fragmented landscapes for the conservation of birds: A general framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. *Restoration Ecology* 9(3): 280-292.
- Milesi, F. A., L. Marone, J. Lopez de Casenave, V. R. Cueto & E. T. Mezquida. 2002. Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte Central, Argentina. *Ecología Austral* 12: 149-161.
- Miller, J. R. & R. J. Hobbs. 2001. Conservation where people live and work. *Conservation Biology* 16(2): 330-337.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz. 719 p.
- Niemelä, J. 1999. Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation* 8: 119-131.

- Niemelä, J. 2000. Biodiversity monitoring for decision-making. *Ann. Zool. Fennici*. 37: 307-317.
- Ralph, C. J., S. Droege, and J. R. Sauer. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications. Pp 161-168 en C. J. Ralph, J. R. Sauer, and S. Droege, eds. *Monitoring Bird Populations by Point Counts*, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, General Technical Report PSW-GTR-149.
- Ribera, M.O. 1991. Aves. pp 345-421. En: Baudoin, M. & E. Forno (eds). *Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Villegas, M. 2005. Relación entre variables ambientales de urbanización y las comunidades de aves nativas en la ciudad de La Paz (Bolivia): Bases para programas de monitoreo. Tesis de licenciatura en biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 67 p.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco & J. M. Melillo. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277: 494-499.

Nota recibida en: Marzo de 2008.  
Manejado por: Sebastian Herzog.  
Aceptado en: Noviembre de 2008.