

¿ES *SAYORNIS NIGRICANS* (AVES: TYRANNIDAE) UN BUEN INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL EN LA ZONA URBANA DE CALI, COLOMBIA?

Por

Angélica Hernández¹, Felipe A. Estela² y Patricia Chacón de Ulloa¹

Resumen

Hernández, A., F. A. Estela & P. Chacón de Ulloa: ¿Es *sayornis nigricans* (aves: Tyrannidae) un buen indicador de calidad ambiental en la Zona Urbana de Cali, Colombia? Rev. Acad. Colomb. Cienc. **34** (132): 373-380, 2010. ISSN 0370-3908.

Para determinar si el Atrapamoscas Guardapuentes es un buen indicador de la calidad ambiental de ríos en zonas urbanas, se estudió la especie a lo largo de la ribera del río Cali. Se registró el tipo de perchas, sustratos y frecuencia de forrajeo, se estimó el tamaño del territorio defendido por cada pareja y se caracterizó el hábitat preferido. Adicionalmente se hicieron muestreos de la artropofauna terrestre para conocer la oferta alimenticia. Los resultados sugieren que la especie no debe ser usada como indicadora de la integridad de hábitats ribereños urbanos, ya que su actividad no se ve limitada por la calidad de los mismos, su dieta es generalista y responde a una oferta determinada.

Palabras clave: atrapamoscas guardapuentes, bioindicador, artropofauna, río Cali, historia natural.

Abstract

Study monitored the Black Phoebe along the Cali River to determine suitability as a bio-indicator of water quality in urban areas. Recorded type of perch, forage substrates, and forage frequency, estimated size of territory defended by each mated pair, and characterized preferred habitat. Arthropod samples were collected to assess food availability. The results suggest that the Black Phoebe should not be used as an indicator of the biotic integrity of rivers in urban settings. Its activities are not restricted by the quality of its environment, as it has a flexible diet and responds well to a variety of offerings.

Key words: black phoebe, bio-indicator, arthropod-fauna, Cali river, natural history.

¹ Dirección postal: Universidad del Valle. Cali, Colombia. A.A. 25360. Correo electrónico: ahernandezpalma@gmail.com, pachacon@univalle.edu.co

² Dirección postal: Asociación Calidris. Cali, Colombia. A.A. 25360. Correo electrónico: felipe.estela@gmail.com

Introducción

El acelerado y desordenado crecimiento de las poblaciones humanas es una de las causas del deterioro y pérdida de zonas naturales (Rivera-Gutiérrez, 2006). A medida que éstas se ven más y más afectadas, surge la necesidad de monitorear, evaluar, manejar y tratar de remediar el daño ecológico; pero debido a la complejidad de los ecosistemas resulta imposible hacerlo de una manera directa (Landres *et al.*, 1988). Debido a esto, en los últimos años se han desarrollado métodos alternativos para cuantificar dichos cambios. Éstos consisten en el uso de especies indicadoras, cuya densidad, presencia – ausencia, o supervivencia de la progenie son usados para medir las condiciones del ecosistema en que viven (Hilty & Merenlender, 2000).

Actualmente se conoce que la contaminación acuática influye sobre organismos como peces y macroinvertebrados, pero también las aves se ven afectadas ya que dependen de los ecosistemas lóticos para obtener su alimento (Ormerod *et al.*, 1991). Desde la década de 1970 se han desarrollado estudios a nivel global, en varias especies de aves con hábitos acuáticos y semiacuáticos. Tal es el caso de el Mirlo Acuático Europeo (*Cinclus cinclus*), el Mirlo Acuático Americano (*Cinclus mexicanus*) y la Reinita Acuática (*Seiurus motacilla*), los cuales han demostrado ser especies claves para la determinación de la calidad de cuerpos de agua lóticos (Shaw, 1978; Tyler y Ormerod, 1985; Ormerod *et al.*, 1985a; Ormerod *et al.*, 1985b; Ormerod *et al.*, 1991; Sorace *et al.*, 2002; Feck & Hall, 2004; Wayland *et al.*, 2006; Mattson & Cooper, 2006). En el Neotrópico, a pesar de la gran biodiversidad de aves y de fauna en general, son muy escasos o nulos, hasta donde tenemos conocimiento, los estudios que exploran el uso potencial de las aves acuáticas o semiacuáticas como bioindicadores.

En este estudio se examinó cómo se ve afectada por la calidad del ambiente en el que vive, el Atrapamoscas Guardapuentes (*Sayornis nigricans* Swainson 1827), una especie común que presenta hábitos semiacuáticos y raramente se encuentra lejos del agua. El Guardapuentes se distribuye ampliamente en el continente americano desde el oeste de los Estados Unidos hasta el sur de Argentina; sus requerimientos de hábitat parecen ser agua al aire libre, ausencia de vegetación densa y, si es posible, prolongaciones como cables, barrancos, piedras o ramas donde se pueda posar para cazar su alimento (Hilty & Brown, 1986). Éste lo encuentra tanto en el aire, en la superficie del agua o sobre sustratos sólidos dentro del río (Del Hoyo *et al.*, 2004). La especie también habita en zonas urbanas, donde aprovecha puentes y muros sobre los ríos, para establecer sus territorios y anidar (Hilty & Brown, 1986).

Debido a su dependencia de los ríos y ecosistemas riparios para obtener su alimento, se predice que la presencia de *S. nigricans* a lo largo de un río proveerá información acerca de las condiciones ambientales del lugar. El Guardapuentes debería responder a deterioros de la calidad del agua y del ambiente, ya que se alimenta principalmente de macroinvertebrados acuáticos y artrópodos que viven cerca de la superficie del agua y en la vegetación riparia (Hilty & Brown, 1986). Si las características ecológicas del Guardapuentes están asociadas con cambios ambientales, entonces podría ser considerado como una especie bioindicadora.

Materiales y métodos

Área de estudio

Se encuentra ubicada en la cuenca baja del río Cali, dentro de la zona urbana de Santiago de Cali (Departamento del Valle del Cauca, Colombia), 1000 m de altitud (3°27' N y -76°31' O). Según la clasificación de Holdridge (1967), corresponde a un Bosque Seco Tropical, con precipitación anual cercana a los 1500 mm y biotemperatura de 24°C.

El río Cali nace en la vertiente oriental de la cordillera Occidental colombiana, en el Parque Natural Nacional Los Farallones de Cali, y desemboca en el río Cauca. La cuenca del río tiene una superficie total aproximada de 18 252 ha. (Varela, 1994). El río entra a la ciudad por el occidente, en una zona netamente residencial, y a medida que avanza hacia su desembocadura recibe descargas de aguas residuales, así como también los vertimientos de origen industrial que aportan varias fábricas ubicadas en el perímetro urbano de la ciudad, lo cual hace que se presente un gradiente de contaminación a lo largo de su curso por la ciudad (Zúñiga de Cardozo, 1985; Zúñiga de Cardozo *et al.*, 1994).

En cuanto a la zona riparia, en general existe vegetación arbórea a lo largo del cauce, aunque no es muy densa. La infraestructura vial sobre el río incluye 16 puentes de carácter vehicular y tres de carácter peatonal que son aprovechados por el Guardapuentes para establecer sus territorios y construir sus nidos (Hernández, 2008); además presenta muros de contención en cada orilla pero únicamente hasta la porción media de su cauce en la ciudad, en donde cambia completamente convirtiéndose principalmente en límites de vegetación.

Se seleccionaron cuatro puentes a ubicados a lo largo de un transecto de 12.5 km aproximadamente (Figura 1); cada puente se consideró como una estación de muestreo. Se utilizó como medida de contaminación, los valores del

Índice de Calidad de Agua ICA-NSF calculados por el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) del Municipio de Santiago de Cali, en un estudio realizado entre noviembre de 2005 y agosto de 2006, el cual demuestra que el río Cali disminuye su calidad de agua a medida que avanza hacia su desembocadura en el río Cauca (DAGMA, <<http://www.cali.gov.co/corporativo.php?id=2158>> Consulta: 10 noviembre 2008) (Figura 1).

Monitoreo del Guardapuentes

Entre marzo y agosto de 2007 se muestrearon las cuatro estaciones de muestreo, entre las 06:45 y las 11:30 horas. En cada jornada se observó uno de los dos individuos del Guardapuentes por periodos de 15 minutos, anotando las

perchas que utilizaba, los sustratos sobre los que forrajeaba y el número de veces que lo hacía en cada uno. Se aplicó una prueba de chi-cuadrado (Zar, 1996) para determinar si el tipo de percha utilizada era independiente de la estación de muestreo.

Se buscaron correlaciones entre la frecuencia de alimentación en el agua y en el aire y los valores de precipitación en la zona de estudio, los cuales correspondieron a la estación La Teresita localizada en vecindad de la primera estación. También se registraron los diferentes comportamientos de los individuos con el fin de obtener datos acerca de la historia natural de la especie y se colectaron muestras de excretas para identificar sus presas preferidas.

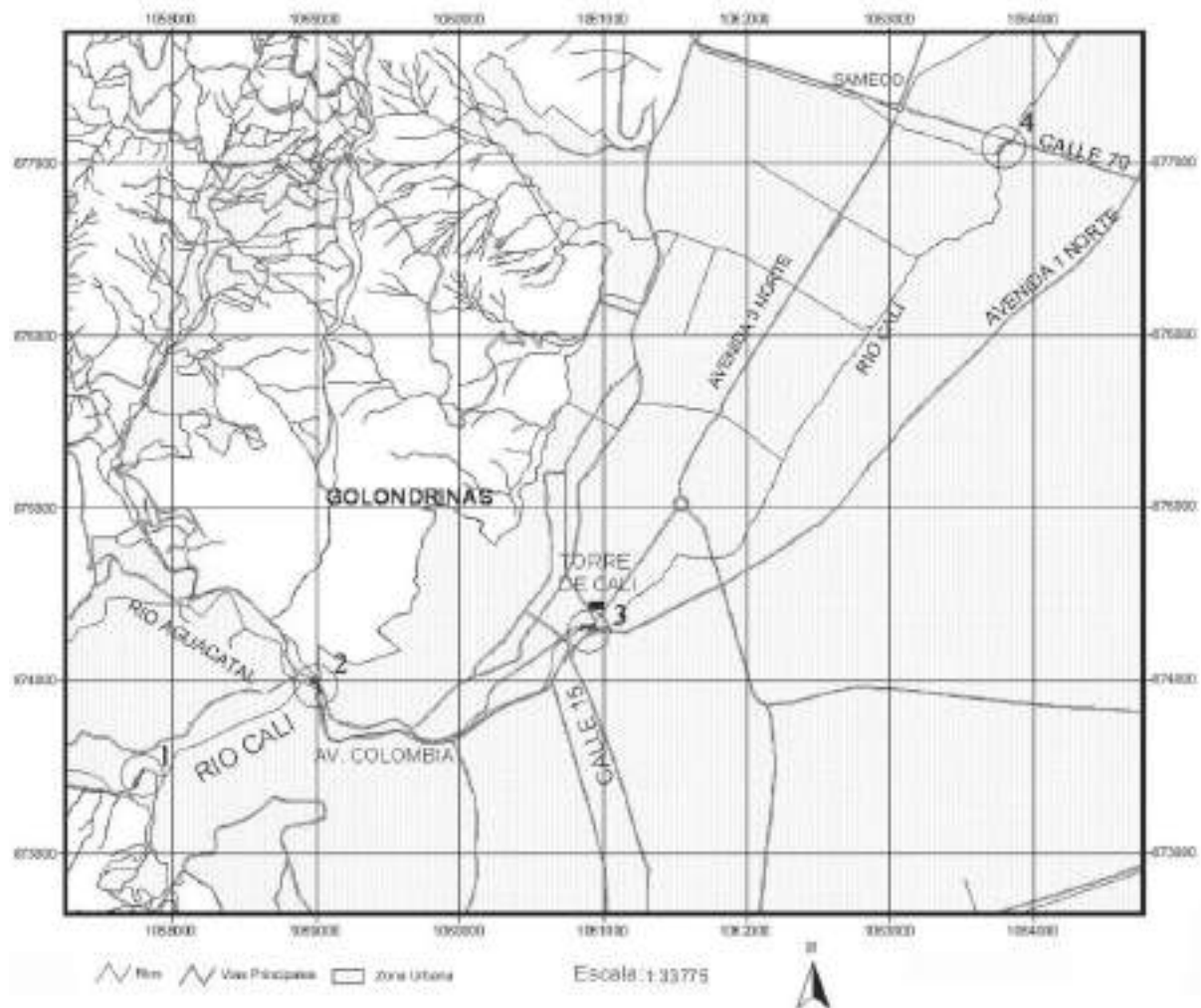


Figura 1. Mapa de la zona de Estudio donde se ubican las estaciones de muestreo y su respectivo valor del Índice de Calidad de Agua (ICA), que varía entre 0-100 siendo cien agua de excelente calidad. 1. Zoológico de Cali (ICA: 67.3); 2. Normandía (ICA: 43.0); 3. Calle 15 (ICA: 42.5); 4. Puente Calle 70 (ICA: 41.2).

Para establecer los límites del territorio utilizado por cada pareja, se registraron los sitios de percha más alejados del puente que utilizaban los individuos. Al concluir todas las jornadas de muestreo se estableció, con base en las observaciones previas y la ayuda de un Geoposicionador Global (GPS), modelo GeoExplorer 3, el área del territorio en cada sitio de muestreo. Los datos proporcionados por el GPS se graficaron utilizando el programa GPS Pathfinder Office 2.90 y posteriormente se montaron sobre un mapa de la ciudad de Cali, utilizando el programa ArcView GIS 3.2.

Muestreo de artrópodos

Se realizó entre mayo y agosto de 2007 junto con las jornadas de observación del ave. Para esto se utilizó una jama aérea con la cual se hicieron diez pases aleatorios en cuatro lugares diferentes de la vegetación riparia, procedimiento aplicado en cada estación de muestreo. Los artrópodos colectados se fijaron en alcohol al 80% y se llevaron al laboratorio donde se determinaron hasta el nivel de orden y algunos hasta familia (Triplehorn y Johnson, 2005; Wolf 2006).

Caracterización del hábitat

Se trabajó con base en los parámetros utilizados por Naranjo & Ávila (2003), por lo cual se midieron las siguientes variables en cada estación de muestreo: 1) profundidad del agua, medida desde una de las orillas, 2) velocidad de la corriente, calculada con base en el cronometraje del tiempo tomado por un corcho en recorrer 10 m previamente marcados, 3) número de piedras con diámetro aproximado superior a 50 cm y que sobresalieran del cauce, 4) ancho del lecho del río, y 5) altura del puente. Cada una se midió tres veces en los extremos y en el centro del territorio defendido por cada pareja.

Resultados

Monitoreo del Guardapuentes

Se dedicaron 2466 minutos de observación en 24 jornadas en todas las estaciones de muestreo, repartidas así: ocho en el Zoológico, seis en Normandía, cinco en la Calle 15, y cinco en el Puente 70. Se identificaron dos sustratos (aire y agua) y cuatro perchas principales utilizadas por la especie (piedras, borde de río, vegetación riparia y construcciones). El 43% de su tiempo se encuentra en el agua y el resto se encuentra en el aire (57%). El porcentaje de ocupación del sustrato acuático se incrementó a lo largo de las estaciones, mientras que el del sustrato aéreo disminuyó (Figura 2). La utilización de las

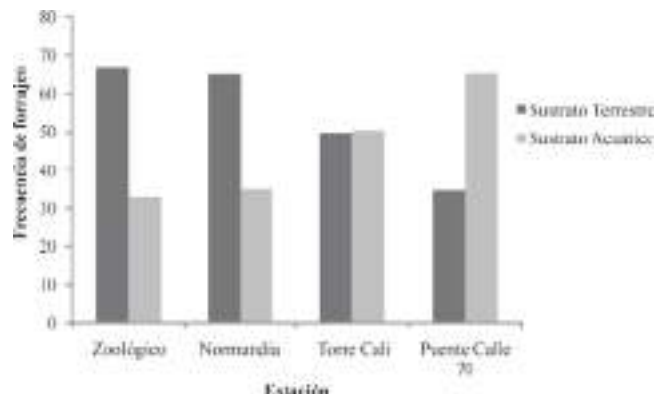


Figura 2. Comparación de la frecuencia de forrajeo del Guardapuentes en dos sustratos, en las cuatro estaciones de muestreo.

perchas dependió significativamente de la estación de muestreo (χ^2 : 1908,87; g.l. 9; $P <<< 0,001$) sin embargo, las piedras constituyeron un recurso muy utilizado en todas las estaciones (Figura 3).

Se encontró una relación directamente proporcional entre la precipitación en la zona de estudio y la frecuencia de forrajeo en el aire (Figura 4a). Lo contrario ocurrió con la frecuencia de forrajeo en el agua, la cual disminuyó con los aumentos de precipitación (Figura 4b).

Oferta alimenticia

En total se colectaron 15 órdenes (14 de insectos, y uno de arácnidos), 164 morfoespecies, y 4611 individuos. Del total de órdenes registrados, el 87% se halló en la primera estación de muestreo mientras que en las dos últimas hubo una disminución del 20% (Tabla 1). La oferta en términos de abundancia fue variable (731.5 individuos \pm 292,0) alcanzando los valores más altos en la segunda y tercera estación y reduciéndose a una tercera parte en la última

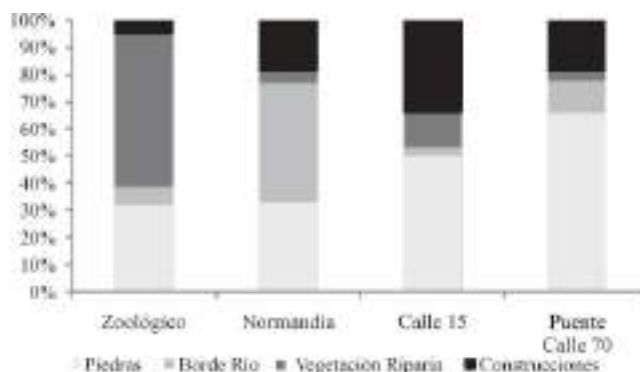


Figura 3. Porcentaje de tiempo utilizado en cada percha en las estaciones de muestreo.

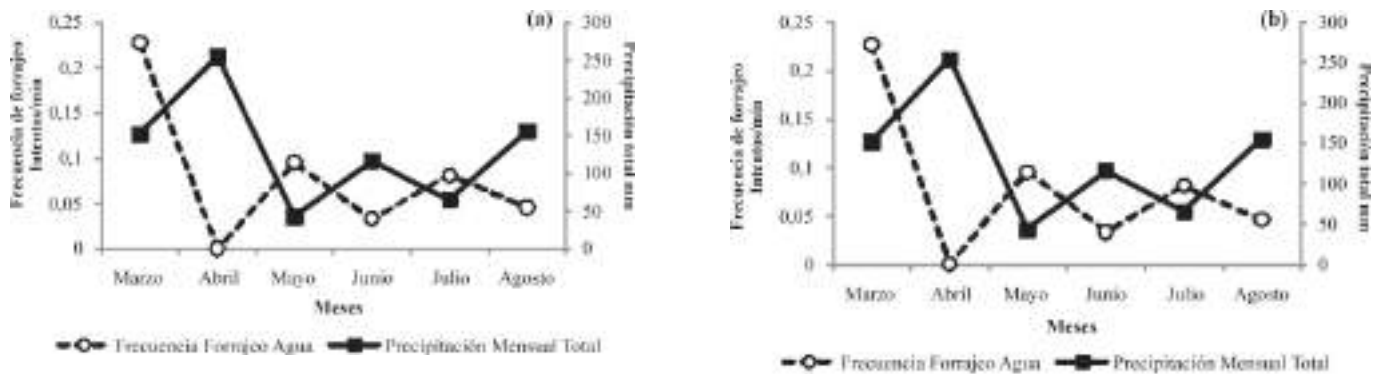


Figura 4. Relación entre la precipitación en la zona de estudio y la frecuencia de forrajeo del Guardapuentes en el aire (a) y en el agua (b).

Tabla 1. Cuantificación de artrópodos colectados mediante jama aérea en las cuatro estaciones de muestreo

Estación	No. de órdenes	No. de individuos	No. de morfoespecies
Zoológico	13	938	96
Normandía	12	1.363	115
Calle 15	10	1.784	108
Puente Calle 70	10	525	92
Promedio ± desviación estándar	11,3 1,5	731,5 292,0	102,8 10,6

estación. La riqueza de morfoespecies no mostró marcada variación entre las estaciones.

Durante las jornadas de monitoreo del Guardapuentes se observó que la especie se alimenta principalmente de insectos que captura tanto en el agua (superficie y columna de agua) como en el aire y en la vegetación riparia. En las muestras de excretas colectadas durante la época reproductiva (julio – agosto de 2007), se lograron identificar alas de moscas (Sarcophagidae y Muscidae) y también se observaron restos de escleritos, probablemente de coleópteros. Además, se encontraron restos de apéndices como patas y antenas, pertenecientes a otros órdenes de insectos y arácnidos.

Área del territorio y preferencias de hábitat

El Guardapuentes nunca abandona su territorio, el cual se compone de una porción del lecho del río, el puente (construcción) y la vegetación circundante. El área promedio del territorio de la especie fue de 2600 m² (± 27,1 D.E.); en la estación del Puente Normandía se registró el menor valor (2200 m²) (Figura 5) y el mayor valor correspondió al Puente Calle 70 (2800 m²). Las variables medidas en relación con la caracterización del hábitat no presentaron va-

riaciones significativas entre las estaciones de muestreo, a excepción del número de piedras con diámetro superior a 50 cm, el cual disminuyó drásticamente en la estación Puente Calle 70 en la que no se registró ninguna de ese tamaño (Tabla 2). Sin embargo, en esta última estación siempre se observó una extensión amplia dentro del lecho del río compuesta por pequeñas piedras, lo que daba como resultado una “playa” en la que los individuos forrajeaban constantemente, tanto en el agua como en su superficie.

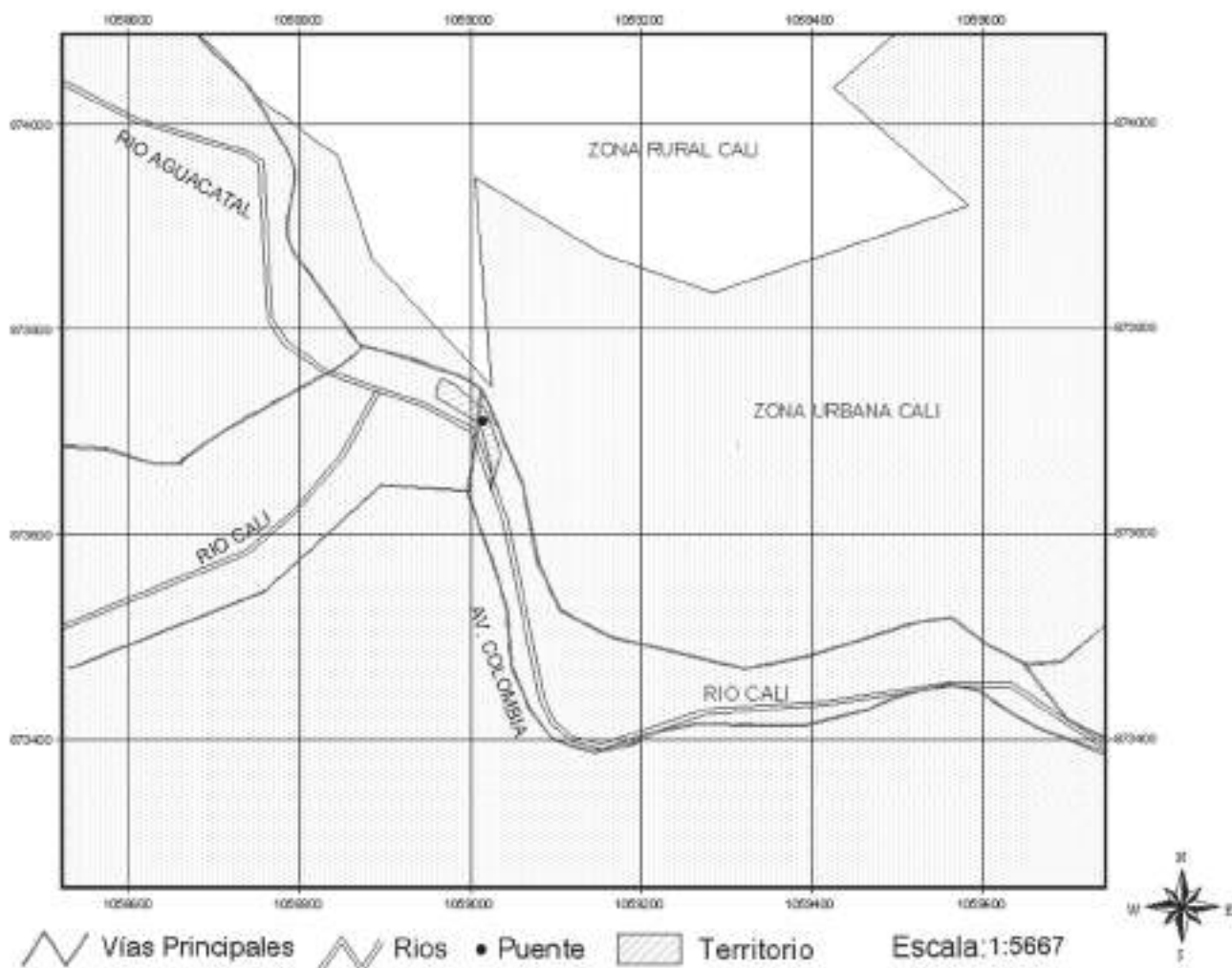
Observaciones sobre la historia natural del Guardapuentes

La especie conserva en su territorio entre dos y cinco nidos antiguos, los cuales utiliza como sitios de descanso y dormitorios durante la época no reproductiva. En la reproducción, uno de los dos individuos adecua uno de estos nidos para utilizarlo nuevamente, lo cual sugiere que la especie reutiliza los nidos construidos anteriormente.

Habitualmente nacen dos crías en cada temporada reproductiva (julio - agosto de 2007), sin embargo los padres sólo alimentan a una, que es la que sobrevive. En ésta actividad participan los dos padres, aunque uno siempre es más activo.

Tabla 2. Comparación de las variables descriptivas de las estaciones de muestreo

Variable	Estación			
	Zoológico	Normandía	Calle 15	Puente Calle 70
Altura puente (m)	2,8	3,5	5,8	6,3
Profundidad río (m)	0,4	0,6	0,4	0,3
Velocidad corriente (m/s)	0,7	0,5	0,9	0,9
Número piedras (D > 50 cm)	56	75	56	0
Ancho lecho río (m)	15,6	11,0	8,4	11,7

**Figura 5.** Área del territorio defendido por *Sayornis nigricans* en la Estación de Normandía (2200 m²).

En cuanto a las relaciones interespecíficas, se observó hostigamiento por parte de las hembras del Chamón Parásito (*Molothrus bonariensis*), sin embargo no es posible afirmar si el cleptoparasitismo es exitoso en esta especie. No se registraron enfrentamientos con otras especies.

Discusión

Sustratos de forrajeo, hábitat y calidad de agua

En general, el Guardapuentes utiliza ambos sustratos de forrajeo (agua y aire) de una forma similar, aunque su

frecuencia de uso depende de la estación de muestreo. En la primera y segunda estación, la especie utiliza más las perchas aéreas mientras que en la cuarta estación, las perchas acuáticas son las más preferidas. Estos resultados no cumplen con lo esperado ya que, según la literatura (Ormerod y Tyler, 1993; Sorace *et al.*, 2002; Feck y Hall, 2004), lo más probable sería que la especie interactuara más con el ambiente acuático en los lugares en que la calidad del agua fuera mejor. Sin embargo se debe tener en cuenta que, según los resultados de la caracterización del hábitat y de la oferta alimenticia: 1) la profundidad del agua en la estación Puente Calle 70 es menor, 2) en ésta estación se presenta una “playa” de piedras pequeñas dentro del lecho del río, y 3) la oferta de artrópodos terrestres es la más baja. Por lo tanto, es posible que el Guardapuentes responda a dichas condiciones, aprovechando un lugar (playa) y un ambiente ideal (aguas poco profundas) para la captura de insectos acuáticos ahí.

Área del territorio y oferta alimenticia

Estudios anteriores sobre área del territorio y la oferta de alimentos en especies con hábitos similares a los del Guardapuentes, demuestran que éstas variables cambian según las condiciones del ambiente (Vickery, 1991; Ormerod & Tyler, 1993; Feck & Hall, 2004). Así, el tamaño del territorio se relaciona inversamente con la oferta de alimento, ya que a menor abundancia de presas las aves deben forrajear sobre mayores distancias para obtener los recursos necesarios (Feck & Hall, 2004).

Para el caso de esta investigación, el área del territorio defendido por cada pareja no mostró variaciones significativas entre las estaciones de muestreo, no obstante se observó una tendencia a aumentar el área del territorio defendido en la última estación (Puente Calle 70). Sin embargo, Davis (1982) encontró que *Megasceryle alcyon*, una especie de Martín Pescador de los Estados Unidos, presenta territorios que están inversamente relacionados con la abundancia de alimento, durante la época no reproductiva; confirmando así los resultados encontrados en los estudios ya mencionados. Pero durante la temporada reproductiva, el área de los territorios no coincide con la oferta de alimento, debido a que los sitios apropiados para anidar son un factor limitante. Lo anterior se puede relacionar con el Guardapuentes, ya que éste se ve principalmente limitado, dentro de la zona urbana, por la presencia de construcciones humanas sobre el cauce de los ríos (generalmente puentes).

Uso potencial del Guardapuentes como indicador de calidad ambiental

Según los resultados obtenidos, el Guardapuentes no se ve afectado por la contaminación de una forma negati-

va; su distribución no está limitada por la calidad del agua del río en el que habita, sino por la disponibilidad de sitios para anidar, y probablemente por la estructura del río. No todos los puentes parecen ser adecuados para esta especie, ya que a lo largo del río se encontraron algunos que no estaban habitados, a pesar de ser aparentemente similares en estructura a los otros que sí lo estaban, como es el caso del puente del Peñón (Avenida 4 Oeste con 1^{era}), y los de las calles 34, 44 y 52 Norte.

Respecto a la estructura del río, la especie parece necesitar aguas poco profundas y piedras grandes que le sirvan como percha. Esto se basa en el hecho en que el río Cali presenta una porción bastante extensa entre la Clínica de los Remedios (Calle 26) y la Calle 70, en donde cambia completamente su estructura, convirtiéndose en un río profundo (más de un metro), sin límites construidos o muros de contención, y carente de piedras en su lecho. En ésta porción la especie se encuentra ausente, hasta que el río retoma las características que presentaba en sus inicios en la zona urbana. Además, la especie no se distribuye sobre el río Cauca, a pesar de que en él se hallan puentes grandes que podría utilizar para construir sus nidos.

Con base en esta investigación, se puede concluir que el Guardapuentes no debe ser usado como un indicador de calidad ambiental. Esto se debe a que no posee las características de un buen indicador: su distribución no se ve restringida por la calidad del ambiente, sino por la estructura del río y la presencia de sitios apropiados para anidar, por lo tanto su presencia-ausencia y abundancia no son parámetros válidos para emitir juicios acerca de la calidad del agua. Además otras características de la especie como el tamaño de su territorio o los sustratos de forrajeo que utiliza tampoco son medidas válidas que permitan hacer afirmaciones acerca del estado de un ecosistema, ya que el Guardapuentes no es especialista, sino que responde y se adapta a una oferta determinada. Por lo tanto, las amenazas que reducen las abundancias de sus presas (acuáticas o aéreas), no parecen tener impacto sobre la especie. Sin embargo, sería recomendable muestrear un mayor número de estaciones, ya que se contaría con un grupo de datos más extenso, y probablemente se lograría hacer afirmaciones más acertadas sobre al respecto.

Adicionalmente resultaría conveniente ampliar la escala de estudio, extendiendo esta investigación a toda la cuenca del río Cali, e incluso a otros ríos presentes en la zona urbana de Santiago de Cali (Meléndez, Cañaveralejo, Lili, Aguacatal y Pance), incluyendo un análisis del éxito reproductivo de la especie a lo largo de un marcado gradiente de contaminación, con el fin de indagar otros

aspectos de la ecología de la especie que se vean afectados por la contaminación.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad del Valle y a la Asociación Calidris por el apoyo logístico en la realización de este trabajo. A la Fundación Zoológica de Cali por permitir el uso de sus instalaciones, y a la Policía Metropolitana de Cali por la colaboración en las jornadas de campo. A la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) por proveer los datos de precipitación. A los evaluadores por sus valiosos y enriquecedores comentarios. A Carmen Elisa Posso y al personal de la sección de Entomología de la Universidad del Valle, por la ayuda en el trabajo de laboratorio.

Bibliografía

- Del Hoyo, J., A. Elliott & DA. Christie** (eds.). 2004. Handbook of the birds of the World. Vol. 9. Cotingas to Pipits and Wagtails. Lynx Edicions. Barcelona.
- Davis, WJ.** 1982. Territory size in *Megaceryle alcyon* along a stream habitat. *Auk* 99: 353-362.
- Feck, J. & RO. Hall Jr.** 2004. Response of American dippers (*Cinclus mexicanus*) to variation in stream water quality. *FreshWater Biology* 49: 1123-1137.
- Hernández, A.** 2008. Uso Potencial de *Sayornis nigricans* (Aves: Tyrannidae) como Indicador de Calidad Ambiental en una Zona Urbana de Santiago de Cali. Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Cali- Colombia.
- Hilty, S. L. & WL. Brown.** 1986. A guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press. Princeton, USA.
- Hilty, J. & A. Merenlender.** 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* 92: 185-197.
- Holdridge, LR.** 1967. Life Zone Ecology. 1st edition. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- Landres, PB., J. Verner & JW. Thomas.** 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Biological Conservation* 2: 316-328.
- Mattsson, BJ. & RJ. Cooper.** 2006. Louisiana Waterthrushes (*Seiurus motacilla*) and habitat assessments as cost-effective indicators of instream biotic integrity. *Freshwater Biology* 51: 1941-1958.
- Naranjo, LG. & VJ. Ávila.** 2003. Distribución habitacional y dieta del Pato de Torrentes (*Merganetta armata*) en el Parque Regional Natural Ucumari en la Cordillera Central de Colombia. *Ornitología Colombiana* 1: 22-28.
- Ormerod, SJ., MA. Boilstone & SJ. Tyler.** 1985 a. Factors influencing the abundance of breeding dippers *Cinclus cinclus* in the catchment of the river Wye, mid-Wales. *Ibis* 127: 332-340.
- _____, **SJ. Tyler & JM. Lewis.** 1985 b. Is the breeding distribution of dippers influenced by stream acidity? *Bird Study* 32: 32-39.
- _____, **JO'Halloran., SD. Gribbin & SJ. Tyler.** 1991. The ecology of dippers *Cinclus cinclus* in relation to stream acidity in Upland Wales: breeding performance, calcium physiology and nestling growth. *The Journal of Applied Ecology* 28: 419-433.
- _____, & **SJ. Tyler.** 1993. Birds as indicators of changes in water quality. Págs. 179-216 en: R. W. Furness y J. J. D. Greenwood (eds.) *Birds as monitors of environmental change*. Chapman & Hall. London, England.
- Rivera-Gutiérrez, HF.** 2006. Composición y estructura de una comunidad de aves en un área suburbana en el suroccidente colombiano. *Ornitología Colombiana* 4: 28-38.
- Shaw, G.** 1978. The breeding biology of the dipper. *Bird Study* 25: 149-160.
- Sorace, A., P. Formichetti., A. Boano., P. Andreani., C. Gramegna & L. Mancini.** 2002. The presence of a river bird, the dipper, in relation to water quality and biotic indices in Central Italy. *Environmental Pollution* 118: 89-96.
- Triplehorn, CA. & NF. Johnson.** 2005. Borror and Delong's introduction to the study of insects. 7th edition. Thomson Brooks/Cole. Belmont, California.
- Tyler, SJ. & SJ. Ormerod.** 1985. Aspects of the breeding biology of the dippers *Cinclus cinclus* in the southern catchment of the river Wye, Wales. *Bird Study* 33: 164-169.
- Varela, A.** 1994. Evaluación de la cuenca del río Cali con énfasis en los conflictos por el uso del suelo en aspectos de carácter legal y agroforestal. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira-Valle.
- Vickery, J.** 1991. Breeding density of dippers (*Cinclus cinclus*), Grey wagtails (*Motacilla cinera*) and Common Sandpipers (*Actitis hypoleucos*) in relation to the acidity of streams in south-west Scotland. *Ibis* 133: 178-185.
- Wayland, M., J. Kneteman & R. Crosley.** 2006. The American dipper as a bioindicator of selenium contamination in a Coal Mine-affected stream in west-central Alberta, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment* 123: 285-298.
- Wolff, M.** 2006. Insectos de Colombia, Guía Básica de Familias. Laboratorio de Colecciones Entomológicas-GIEM. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Zar, JH.** 1996. Biostatistical Analysis. 3rd Edition. Prentice-Hall Inc. New Jersey.
- Zúñiga de Cardozo, MC.** 1985. Estudio de la ecología del río Cali, con énfasis en su fauna bentónica como indicador biológico de calidad. *Revista Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquia -AINSA* 8: 91-105.
- Zúñiga de Cardozo, MC., AM. Rojas de Hernández & C. Serrato.** 1994. Interrelación de indicadores ambientales de calidad en cuerpos de aguas superficiales del Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 20: 124-130.

Recibido: octubre 5 de 2009.

Aceptado para su publicación: septiembre 12 de 2010.