

Investigación y Conservación
sobre **Murciélagos**
en el Ecuador



Diego G. **Tirira** y
Santiago F. **Burneo**
Editores

Tirira y Burneo

Editores

Investigación y Conservación sobre
Murciélagos en el Ecuador



2012

Diego G. Tirira y Santiago F. Burneo

Editores

**INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN
SOBRE MURCIÉLAGOS
EN EL ECUADOR**

PUBLICACIÓN ESPECIAL

9

2012

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Fundación Mamíferos y Conservación

Asociación Ecuatoriana de Mastozoología

INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN SOBRE MURCIÉLAGOS EN EL ECUADOR

PUBLICACIÓN ESPECIAL

9

Las “publicaciones especiales” sobre los mamíferos del Ecuador son de aparición ocasional.

Todos los derechos reservados. Se prohíbe su reproducción total o parcial por cualquier mecanismo, físico o digital.

© Fundación Mamíferos y Conservación, Quito, Ecuador, 2012.

Por favor, se sugiere que cite esta obra de la siguiente manera:

Si cita toda la obra:

Tirira, D. G. y S. F. Burneo (eds.). 2012. Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 9. Quito.

Si cita un artículo:

Autor(es). 2012. Título del artículo. Pp. 00–00, *en*: Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador (D. G. Tirira y S. F. Burneo, eds.). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 9. Quito.

Esta publicación puede ser obtenida por medio de intercambio con publicaciones afines, o bajo pedido a:

Fundación Mamíferos y Conservación
mamiferos@mamiferosdeecuador.com
www.editorial.murcielagoblanco.com

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
fcen@puce.edu.ec
www.puce.edu.ec

Editores:	Diego G. Tirira (diego_tirira@yahoo.com). Santiago F. Burneo (sburneo@puce.edu.ec).
Diseño de portada:	Christian Tufiño.
Artes y diagramación:	Editorial Murciélago Blanco.
Elaboración de mapas:	Santiago F. Burneo y Diego G. Tirira.
Foto de portada:	<i>Lonchophylla handleyi</i> (Chiroptera, Phyllostomidae)/Diego G. Tirira.
Foto de contraportada:	<i>Trachops cirrhosus</i> (Chiroptera, Phyllostomidae)/Diego G. Tirira.

ASPECTOS ECOLÓGICOS DEL MURCIÉLAGO PESCADOR MENOR (*NOCTILIO ALBIVENTRIS*) (CHIROPTERA, NOCTILIONIDAE) Y SU USO COMO BIOINDICADOR EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE LESSER FISHING BAT (*NOCTILIO ALBIVENTRIS*) (CHIROPTERA, NOCTILIONIDAE) AND ITS USE AS A BIO-INDICATOR IN THE ECUADORIAN AMAZON

Diego G. Tirira^{1,2} y Tjitte de Vries³

¹ Fundación Mamíferos y Conservación, Quito, Ecuador.

² Programa para la Conservación de los Murciélagos del Ecuador.

³ Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Correo electrónico de contacto: diego_tirira@yahoo.com

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la ecología del murciélago pescador menor, *Noctilio albiventris* (Chiroptera, Noctilionidae) en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, extremo nororiental de la baja Amazonía ecuatoriana. Se determinó que el nivel de agua de ríos y lagunas y la precipitación influyen directa e indirectamente en el área de vida, preferencia de hábitat y patrón de actividad de la especie. En cuanto al área de vida y la preferencia de hábitat, a mayor profundidad en la Laguna Grande (mayor a 260 cm en el centro), menor es la presencia de *N. albiventris* en los bordes de la laguna; mientras que a menor profundidad (menor a 260 cm en el centro), mayor es la actividad de forrajeo en los bordes. Se estableció que en el área de estudio existen nueve colonias, con un total promedio de 512,8 individuos. También se determinó que el patrón de actividad de la especie registra dos períodos en la noche, uno al atardecer (a partir de las 18:00 horas), de mayor duración e intensidad, y otro en la madrugada (desde las 03:00 horas), que se extiende hasta poco antes del amanecer. De forma adicional, se estableció que el murciélago pescador menor puede ser utilizado como un bioindicador de contaminación ambiental; se comprobó que existen diferencias altamente significativas en el tamaño de las poblaciones entre los lugares más afectados por derrames de petróleo con los otros sitios estudiados. La laguna de Canangüeno, que no sufrió contaminación de sus aguas, registró las más altas poblaciones de *N. albiventris*. La población del río Cuyabeno fue prácticamente homogénea durante todo el estudio.

Palabras claves: área de vida, Cuyabeno, patrón de actividad, preferencia de hábitat, provincia de Sucumbíos.

ABSTRACT

An ecological study of the Lesser Fishing Bat, *Noctilio albiventris* (Chiroptera, Noctilionidae) was carried out at the Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, located at the Northeast extreme of

Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador (D. G. Tirira y S. F. Burneo, eds.).
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y
Asociación Ecuatoriana de Mastozoología.

Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 9: 69–90, Quito (2012).

the Amazon basin of Ecuador. Water level of rivers and lagoons as well as local precipitation have direct influences on home range, habitat preference, and activity pattern of this species and its ecology. In the home range and habitat preference, when the Laguna Grande is deeper (greater than 260 cm in the center), there is lower presence of *N. albiventris* at the edges of the lagoon; while at lesser depths (less than 260 cm in the center), greater foraging activity occurs at the edges. Within the study area, there are nine colonies, with a total average of 512.8 individuals. Also, we found that activity patterns were concentrated during two periods in the night, one at sunset (from 18:00 hours), with longer duration and intensity, and another late in the night (from 03:00 hours), which extends until before dawn. Regarding the use of the species as a bio-indicator, there are highly significant differences in population numbers of the affected site by oil spills (Aucacocha and Aucaquebrada) compared to other studied areas. Canangueno Lake, which suffered no water contamination, was observed to have the greatest populations of *N. albiventris*. On the other hand, the population of the Cuyabeno River remained apparently constant during the census period.

Keywords: Activity patterns, Cuyabeno, ecology, habitat preference, home range, Sucumbíos Province.

INTRODUCCIÓN

La familia Noctilionidae incluye a los murciélagos pescadores del Nuevo Mundo, grupo que constituye uno de los más especializados del orden Chiroptera, ya que han desarrollado técnicas avanzadas en la búsqueda y captura de alimento mediante la modificación de su sistema de ecolocalización, el cual les permite detectar y atrapar presas desde la superficie del agua; adaptación que les ha servido para ocupar hábitats específicos y llenar un nicho ecológico aparentemente vacío (Bloedel, 1955; Linares, 1987; Morton, 1989).

La familia posee un género, *Noctilio* Linnaeus, 1766; y dos especies: *N. leporinus* (Linnaeus, 1758) y *N. albiventris* Desmarest, 1818, ambas presentes en Ecuador (Tirira, 2007).

La primera vez que se mencionó la estrecha relación existente entre murciélagos noctilionidos con el medio acuático y se intuyó que presentaban una dieta de peces apareció publicado en Tomes (1860), sobre anotaciones de Louis Fraser en el río Esmeraldas (provincia de Esmeraldas, Ecuador), en noviembre de 1859, en donde se indica que *Noctilio leporinus* “capturaba pequeños camarones en vuelos rasantes sobre el agua” y se comenta que los murciélagos “presentaban un fuerte y penetrante olor a pescado”.

Noctilio albiventris, conocido también como murciélago pescador menor (figura 1), es una especie de tamaño mediano (69–75 mm de longitud cabeza-cuerpo y de 20–45 g de peso; Tirira, 2007); posee alas largas y estrechas, propias de especies de áreas abiertas y vuelo rápido; sin embargo, su forma de vuelo también

le permite maniobrar entre vegetación densa (Smith y Starrett, 1979); la membrana caudal está bien desarrollada, el calcáneo es osificado y largo, mientras que las patas y garras no son tan desarrolladas como en su especie hermana (*N. leporinus*); la cola llega hasta la mitad de la membrana caudal, del cual sobresale su extremo distal (Hood y Pitocchelli, 1983; Tirira, 2007).

Tiene el hocico alargado y los labios hinchados; el labio superior forma una hendidura a manera de labio leporino, mientras que el labio inferior presenta pequeños pliegues cutáneos. Los orificios nasales se ubican en el extremo más anterior del hocico, adaptación que se piensa le permite respirar en caso de caer al agua y tener que nadar (Albuja, 1982; Tirira, 1994); en el lado interno de las mejillas posee unas pequeñas bolsas para almacenar alimento (Murray y Strickler, 1975); las orejas están separadas entre sí, son libres, estrechas y puntiagudas (Hood y Pitocchelli, 1983; Tirira, 2007).

El pelaje es corto, impermeable y de coloración variable, que va de amarillo-rojizo a marrón oscuro, aunque frecuentemente su tono es anaranjado brillante, en especial en individuos jóvenes; también presenta una pálida línea blanquecina en el dorso (Hood y Pitocchelli, 1983; Tirira, 1994, 2007).

La especie se distribuye desde el sur de México hasta la Guayanas, Paraguay, norte de Argentina, este de Brasil y la isla de Trinidad (Simmons, 2005; Gardner, 2008). Habita en bosques tropicales primarios, con un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los

1 100 m (Davis, 1976); en donde prefiere zonas abiertas y próximas a cuerpos de agua dulce, como ríos, lagunas o esteros de aguas tranquilas y de corriente lenta (Hood y Pitocchelli, 1983; Tirira, 2007). En el Ecuador, la especie se encuentra en el piso Tropical Oriental, entre 200 y 1 000 m de altitud, aunque la mayoría de registros están en tierras bajas, a menos de 400 m (Tirira, 2007).

La mayoría de estudios realizados sobre noctiliónidos corresponden a *Noctilio leporinus*, mientras que pocos son los aportes sobre el murciélago pescador menor, particularmente en cuanto a su ecología. Entre los pocos estudios ecológicos que se han realizado sobre esta especie figuran: patrones de reproducción (Anderson y Wimsatt, 1963; Tirira y de Vries, 1994); hábitos alimenticios (Hooper y Brown, 1968; Gonçalves *et al.*, 2007); conducta alimenticia (Novick y Dale, 1971); patrón de actividad y refugios (Fenton *et al.*, 1993); ecolocalización y su relación con el forrajeo (Brown *et al.*, 1983; Kalko *et al.*, 1998); mientras que existen numerosos comentarios en trabajos generales (como Dunn, 1934; Bloedel, 1955; Fleming *et al.*, 1972; Albuja, 1982; Linares, 1987; Emmons y Feer, 1999; Nowak, 1999; Tirira, 2007; Vargas, 2007, entre otros), por lo cual el estudio que se presenta a continuación constituye uno de los primeros aportes al conocimiento de la ecología de *Noctilio albiventris*.

En lo relacionado con la investigación científica efectuada en Ecuador, poco es el aporte sobre estudios ecológicos efectuados sobre murciélagos (Tirira, 2000), por lo cual hasta el momento no se ha llevado adelante otra investigación que aporte al conocimiento de los noctiliónidos en el país.

Los objetivos que se plantearon en este estudio fueron establecer el área de vida, la preferencia de hábitat y el patrón de actividad de *Noctilio albiventris* dentro del sistema lacustre del río Cuyabeno; además, de llevar a cabo un monitoreo que determine si existió un impacto sobre la especie debido a derrames de petróleo ocurridos en el área de estudio previo al trabajo de campo.

ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en el interior de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno (RPFC), la cual se encuentra en el extremo nororiental del Ecuador, dentro de la pro-



Figura 1. Murciélago pescador menor (*Noctilio albiventris*) en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. Foto de Diego G. Tirira.

vincia de Sucumbíos, con una extensión de 603 380 ha. En su parte noroccidental, la RPFC está atravesada de oeste a este por el río Cuyabeno, el cual es tributario del río Aguarico, que a su vez cruza toda la reserva en su parte suroriental, y desemboca en el río Napo.

En el extremo noroccidental de la RPFC y alrededor de la línea equinoccial (paralelo 0°00') se encuentra el sistema lacustre del río Cuyabeno, el cual está formado por 14 lagunas intercomunicadas por numerosos canales y pozas que las alimentan. El área específica de estudio se llevó a cabo en la Laguna Grande (00°00'N, 76°10'W; 220 m) y sus alrededores (figuras 2 y 3).

El área forma parte del dominio amazónico, dentro del cual se incluye la provincia biótica Amazónica (Cabrera y Willink, 1980). En términos zoogeográficos pertenece al piso Tropical Oriental (Albuja *et al.*, 1980). Su zona de vida está clasificada como bosque húmedo tropical, el cual forma parte de la selva pluvial sudamericana (Cañadas-Cruz, 1983).

La temperatura media anual osciló durante el período de estudio entre 22,1 y 30,5°C, con míni-

mos y máximos absolutos de 18 y 34,7°C, respectivamente (Tirira, 1994), zona que se caracteriza por que los cambios diarios de temperatura no son relevantes a lo largo del año (Cañadas-Cruz, 1983). En cuanto a la precipitación media, se encuentra alrededor de 3 000 mm anuales (2 805 mm durante el período de estudio), con más de 250 mm de precipitación promedio mensual durante la estación lluviosa y un mínimo y máximo mensual de 25 y 354 mm, respectivamente (Tirira, 1994; de la Torre *et al.*, 1995). La lluvia se produce en un 50% por evapotranspiración de la vegetación, lo cual establece un régimen hídrico gracias al cual se desarrolla la cobertura vegetal (Sierra, 1999). La humedad relativa media oscila entre 72 y 81%, con mínimos y máximos promedio de 66 y 97%, respectivamente (Tirira, 1994; de la Torre *et al.*, 1995).

En cuanto a la topografía, el terreno se caracteriza por ser una zona plana, por lo cual buena parte de la superficie está influenciada por el nivel del agua que alcanzan los ríos y quebradas de la zona, los cuales a menudo inundan los bosques de los alrededores.

Las formaciones vegetales encontradas en la RPF son, según la clasificación de Sierra (1999): Bosque siempreverde de tierras bajas (o bosque de tierra firme), Bosque inundable de palmas de tierras bajas (o bosque de pantano o moretal), Bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas blancas (o bosque inundado estacional o várzea) y Bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas negras (o bosque inundado estacional o igapó); en esta última formación, es en donde se desarrolló la mayor parte del presente estudio.

Los bosques inundados por aguas negras, o también conocidos como bosques de igapó, permanecen cubiertos por agua durante la mayor parte del año, ya que el nivel del agua de ríos y lagunas sobrepasa su capacidad, la cual penetra e inunda los bosques que están a su alrededor (Pires y Prance, 1985).

El agua que forma parte de los bosques de igapó, y a su vez de las lagunas y ríos del área de estudio, se conoce como aguas negras debido a la coloración oscura que tiene. El origen y el color de las aguas negras es el resultado de procesos orgánicos; poseen en disolución humus, ácidos fúlvicos y gran cantidad de polifenoles y taninos,

sustancias que se derivan de la descomposición de hojas y material orgánico bajo condiciones ácidas y procesos edafológicos de los suelos amazónicos (Junk y Furch, 1985). Otras particularidades de las aguas negras es que carecen de sedimentos en suspensión y tienen baja cantidad de nutrientes y niveles reducidos de oxígeno y nitrógeno, condiciones que contribuyen a mantener un pH ácido, entre 4,7 a 5,8 (Junk y Furch, 1985; Pires y Prance, 1985).

La característica del bosque de igapó es el bajo dosel forestal, no mayor de 15 m, y la escasa diversidad de especies arbóreas, debido a las duras condiciones de inundación que soportan la mayor parte del año (Pires y Prance, 1985; de la Torre *et al.*, 1995). La especie arbórea más representativa es *Macrolobium acaciifolium* (Fabaceae), la cual crece principalmente en las partes más profundas de los bordes de la laguna, sitio que recibe alta luminosidad y mantiene una inundación promedio de dos metros de profundidad. Otras especies vegetales comunes son la palma espinosa (*Bactris* sp., Arecaceae), la cual generalmente forma pequeñas agrupaciones en zonas menos profundas, y el huito (*Genipa spruceana*, Rubiaceae), un arbusto dominante en las orillas y áreas de baja profundidad y en zonas que fluctúan constantemente en su nivel de agua; el huito es encontrado principalmente en los brazos de laguna que ingresan a tierra firme, donde forma agrupaciones tupidas e impenetrables. Durante la estación seca, el piso de las lagunas se cubre con hierbas de las familias Poaceae y Cyperaceae (Asanza, 1985; Tirira, 1994; de la Torre *et al.*, 1995).

Estacionalidad

En la RPF se ha determinado la existencia de tres estaciones al año: época seca (de fines de diciembre a marzo), época lluviosa (de abril a julio) y época de fluctuación (de agosto a mediados de diciembre; Asanza, 1985), las cuales se diferencian básicamente por el grado de inundación y fluctuación del nivel de agua en ríos y lagunas del sistema lacustre; por lo cual, están directamente relacionadas con la precipitación local (Asanza, 1985).

La época seca se caracteriza por presentar un bajo nivel de agua en ríos y lagunas, el cual desciende un promedio de cinco metros en

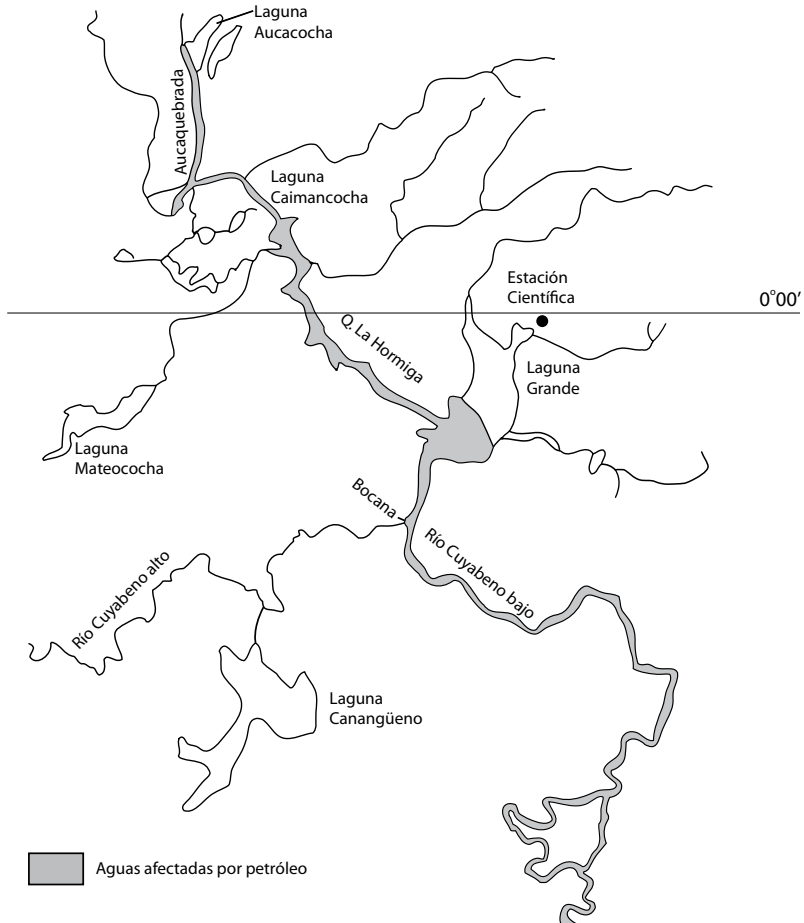


Figura 2. Sistema lacustre del río Cuyabeno. Se indican los lugares estudiados (ríos y lagunas) y el área afectada (zona pintada) por los derrames de petróleo.

el centro de la Laguna Grande; la mayor parte de las lagunas quedan vacías (figura 3) y atravesadas por pequeños riachuelos de no más de 50 cm de profundidad y entre uno y cuatro metros de ancho. La superficie del suelo se resquebraja debido a la acción solar, simultáneamente se inicia una colonización del suelo por gramíneas (Poaceae y Cyperaceae), que le dan el aspecto de un pastizal; paralelamente, muchas plantas acuáticas, la mayoría de peces y otros animales relacionados con el ecosistema lacustre mueren o migran hacia lugares que mantienen agua sufi-

ciente; por lo cual, el río Cuyabeno aguas abajo, es una importante fuente de escape para estos organismos (Asanza, 1985; Tirira, 1994).

La época lluviosa comprende un período en el cual el nivel de agua alcanza el máximo de inundación en ríos y lagunas (figura 3), por lo cual el nivel de profundidad en ríos puede alcanzar los 12 m; en este período hay una recolonización progresiva de las especies acuáticas conforme se incrementa el nivel de agua; aparecen grandes animales como el paiche (*Arapaima gigas*), el delfín amazónico (*Inia geoffrensis*)

y, ocasionalmente, el manatí (*Trichechus inunguis*); las plantas acuáticas germinan y crecen con rapidez (Asanza, 1985; Denkinger, 2010a,b).

La época de fluctuación se caracteriza por una constante variación en el nivel de agua de ríos y, en especial, de lagunas, con una variación que puede alcanzar hasta los dos metros mensuales; en este período aparecen ocasionalmente playas de arena o arcilla en los bordes de lagunas y ríos (Asanza, 1985).

Contaminación

La RPFC fue afectada en años anteriores al estudio de campo por varios derrames de petróleo producidos en pozos que se encuentran en la cuenca alta del río Cuyabeno Chico, afluente del sistema lacustre (PetroEcuador y Esen Ambientec, 1991); el petróleo derramado afectó las lagunas de Aucacocha, la quebrada de Aucacocha, Caimancocha y la quebrada de la Hormiga, para luego entrar en el río Cuyabeno aguas abajo de la Bocana (figura 2; de Vries *et al.*, 1993).

METODOLOGÍA

El trabajo de campo se llevó a cabo de marzo de 1992 a marzo de 1993 y en enero y febrero de 1994, para un total de 205 días de investigación. El proyecto se desarrolló en ríos y lagunas del sistema lacustre del río Cuyabeno, para lo cual se empleó como medio de desplazamiento, en la mayoría de los casos, una canoa pequeña (con capacidad para tres personas) y movilización a remo. Debido a la actividad nocturna de los murciélagos, los recorridos se efectuaron a partir de las 18:00 horas y se extendieron progresivamente hasta las 06:00 horas.

Los lugares de estudio fueron separados en lagunas y ríos, tanto para la toma de datos como para el análisis respectivo, debido a que son entidades diferentes y no comparables: los ríos presentan rápida renovación de agua en comparación con las lagunas, donde el intercambio hídrico es lento; en los ríos se trabajó en una superficie lineal, mientras que en lagunas fue cuadrática. En este sentido, se determinaron 10 lugares de estudio (figura 2):

Lagunas:

- Laguna Aucacocha (10,6 ha),
- Laguna Caimancocha (10,7 ha),

- Laguna Canangüeno (96,9 ha),
- Laguna Grande (95,3 ha),
- Laguna Mateococha (28,8 ha).

Ríos:

- Río Cuyabeno alto, desde la Bocana aguas arriba en 2 780 m,
- Río Cuyabeno bajo, desde la Bocana aguas abajo en 2 126 m,
- Canal de la Bocana, desde la Bocana aguas arriba, hacia las lagunas, en 698 m,
- Quebrada de la Hormiga, en 2 605 m,
- Quebrada de Auca o Aucaquebrada, 2 027 m.

El río Cuyabeno alto y bajo es uno solo; sin embargo, en este estudio fue dividido en dos secciones en el sitio conocido como la Bocana, debido a que allí confluyen las aguas de prácticamente todo el sistema lacustre. El canal de la Bocana se considera al trayecto que existe entre la Bocana propiamente dicha y la Laguna Grande. La quebrada de la Hormiga y Aucaquebrada, son brazos del río Cuyabeno Chico y no ríos propiamente. Todos los lugares indicados fueron tratados como unidades independientes con la intención de facilitar su estudio, ubicación y delimitación.

Para la mayor parte de observaciones ecológicas se identificó una colonia de *Noctilio albiventris* que se encuentra detrás de la Estación Científica Cuyabeno (00°00'01"N, 76°10'25"W; 220 m; figura 2), en el extremo nororiental de la Laguna Grande.

Datos de clima

Los datos climáticos que se tomaron fueron: temperatura del aire a 180 cm del piso (máxima y mínima), humedad (máxima y mínima) y precipitación (diaria y mensual); para lo cual se utilizó un termómetro, un termohigrómetro y un pluviómetro. Además, se midió el nivel de profundidad del agua en el borde y en el centro de la Laguna Grande. Todos los datos fueron registrados diariamente durante la permanencia en el área de estudio, luego fueron procesados y agrupados en períodos mensuales y estacionales.

Registros de la especie

Los registros de *N. albiventris* fueron tomados básicamente por observación directa; para lo cual, se emplearon los siguientes métodos:



Figura 3. Fases de inundación de la Laguna Grande, en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. Arriba, durante el período de máxima inundación (nivel de agua alto); centro, laguna seca en las bordes; abajo, laguna seca. Fotos: arriba, Pedro Jiménez P.; centro y abajo, Diego G. Tirira.

Identificación en la naturaleza. Las especies de la familia Noctilionidae están entre las pocas que pueden ser identificadas en la naturaleza con relativa facilidad, sin tener que recurrir a la captura del individuo; condición que está basada en los siguientes preceptos:

Actividad. La especie inicia su actividad en el crepúsculo, lo cual permite su visualización y seguimiento por algunos minutos, debido a que en ese momento la oscuridad no es completa.

Hábitat. Son pocas las especies de murciélagos que frecuentan los bosques de igapó y sobrevuelan las aguas abiertas de lagunas o ríos.

Vuelo. Los noctilionidos tienen un tipo de vuelo rasante sobre el nivel del agua, bastante característico, tanto en desplazamientos como en la búsqueda de alimento.

Gregarismo. Los murciélagos pescadores son típicamente gregarios, incluso en el momento de búsqueda de alimento y forrajeo.

Olor. La especie posee un olor fuerte y penetrante, semejante al del almizcle, lo cual permite identificar su presencia o ruta seguida; esta característica fue de particular ayuda en momentos de oscuridad total.

Recopilación de datos. Se realizaron recorridos en el área de estudio para determinar la presencia de la especie; una vez identificada se procedió a determinar el lugar en el cual iniciaba su actividad o el punto de salida del bosque hacia aguas abiertas de ríos o lagunas. En esta parte de la observación es importante señalar que la especie utiliza rutas de salida desde el bosque, las cuales no variaron durante el tiempo de investigación.

Una vez determinado el lugar de salida de los murciélagos desde el bosque se realizaron censos y se procedió a la toma de datos ecológicos. Los censos tuvieron una duración de una hora a partir de la primera visualización. En todas las lagunas, excepto en Aucacocha, y en la Bocana se censó en el lugar de salida de los murciélagos desde el bosque hacia aguas abiertas; en el caso de los ríos, el censo consistió en seguir el curso del agua a remo, para lo cual se contabilizaron durante una hora todos los individuos que circularon por el río en una sola dirección, tomándose como referencia la primera observación.

Pasadas las 19:00 horas, momento en el cual la oscuridad dificultaba la visualización, las ob-

servaciones ecológicas de actividad y preferencia de hábitat se realizaron de la siguiente manera:

En el lugar donde se registraba actividad de la especie se efectuaba el conteo de individuos mediante el haz de luz de una linterna alógena, para lo cual se alumbraba un punto fijo por espacio de un minuto, período durante el cual se contabilizaban todos los individuos que atravesaron el haz de luz, en cualquier dirección; este proceso se repetía, según el caso, cada 5, 10 o 15 minutos; de esta manera, no fue difícil obtener datos en el transcurso de la noche. El conteo de individuos cubrió progresivamente todo el período nocturno, entre 18:00 y 06:00 horas.

Durante los censos, también se procedió a la toma de datos climáticos, tanto al inicio como al final de cada jornada de trabajo y entre cada hora transcurrida; estos datos fueron:

Lluvia. Se midió en cuartos, donde 0/4 correspondía a ausencia de lluvia, 1/4 era amenaza de lluvia, 2/4 era lluvia leve o garúa, 3/4 lluvia media y 4/4 lluvia fuerte.

Nivel de agua. Se midió en centímetros; se tomó solo al inicio y al final de cada jornada de trabajo.

Nubosidad. Se midió en octavos, donde 0/8 correspondía a cielo totalmente despejado y 8/8 a cielo totalmente nublado.

Luna. Se entiende como la cantidad de luz o claridad de la noche en el momento de las observaciones, la cual dependía de la fase lunar y de las condiciones de nubosidad y lluvia. Se midió en cuartos, donde 0/4 correspondía a luna nueva o noche oscura, mientras que 4/4 era para luna llena o noche clara.

De forma complementaria, se intentó buscar el dormitorio o refugio diurno de la colonia que se encuentra detrás de la Estación Científica Cuyabeno, para lo cual se siguió la misma metodología que se empleó para determinar el lugar de salida de los murciélagos del bosque hacia aguas abiertas, pero, en este caso, el seguimiento fue en el interior del bosque, de forma sucesiva y en sentido inverso a la dirección de salida de los murciélagos.

Análisis de datos

Los datos ecológicos fueron organizados en tres grupos, según el nivel de agua de la Laguna Grande y no de las estaciones climáticas pro-

puestas por Asanza (1985), debido a que existieron períodos de transición entre cada estación o dentro de ellas, tiempo en el cual se registraron fuertes variaciones en el nivel de agua; por esta razón y debido a que se determinó que el nivel de agua influye directamente en la ecología de *Noctilio albiventris*, los datos fueron agrupados y procesados basándose en la profundidad, tanto en los bordes como en el centro de la Laguna Grande; la clasificación usada fue la siguiente:

Nivel de agua alto. Cuando la Laguna Grande presentaba un nivel de agua superior a los 260 cm en el centro y 100 cm en el borde. Fue la situación más frecuente durante el estudio; se la registró en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y diciembre de 1992, en enero y marzo de 1993 y en parte de marzo, abril, octubre y noviembre de 1992 y febrero de 1993.

Nivel de agua bajo. Cuando la Laguna Grande presentaba un nivel de inundación menor, con valores inferiores a 260 cm en el centro y 100 cm en el borde, pero mayores a 100 cm en el centro, y con los bordes secos (orillas visibles); correspondió a parte de los meses de marzo, abril, octubre y noviembre de 1992; febrero de 1993 y en parte de enero y febrero de 1994.

Laguna seca. La Laguna Grande suele secarse progresivamente hasta superar el 90% de la superficie en su punto máximo. En el centro de la laguna se registraron pequeñas pozas remanentes y canales residuales con un nivel de agua inferior a los 100 cm; mientras que los bordes se encontraban completamente secos. Esta situación se registró en la mayor parte de los meses de enero y febrero de 1994.

Análisis estadístico. Se procesó la información de ríos y lagunas en forma independiente. Se utilizaron como factores de estudio las siguientes variables climáticas y ambientales: lluvia, nubosidad, nivel de agua y claridad de la noche (luz lunar), registrados en el momento de los censos o de la toma de datos. Se trabajó con cada factor por separado.

Se procesó un total de 102 censos, 53 para lagunas y 49 para ríos; sin embargo, para todos los análisis ecológicos se excluyó la información de los censos realizados en Aucacocha y

Aucaquebrada (cinco censos para cada sitio), debido a que ambas localidades presentaron resultados anómalos que fueron relacionados con la contaminación por petróleo.

De igual manera, se realizó un análisis similar para la Laguna Grande y el río Cuyabeno de forma independiente, debido a que estos lugares presentaron el mayor número de observaciones y registraron todos los niveles de los factores climáticos estudiados. El número de censos procesados en este caso fue de 64, repartidos en 25 para la Laguna Grande y 39 para el río Cuyabeno.

Para determinar el impacto de los derrames de petróleo sobre *N. albiventris* se procesó un total de 102 censos comprendidos para las 10 localidades indicadas: cinco lagunas (53 censos) y cinco ríos (49). Se usó un lugar de control en cada caso, el cual se definió por no haber recibido contaminación por petróleo: la laguna de Canangüeno y el río Cuyabeno alto, respectivamente.

Se realizaron análisis de varianza (ADEVA), pruebas de significación de Tukey y correlaciones estadísticas. La prueba de Tukey tuvo una significación del 0,05 por ciento para todos los análisis de varianza efectuados.

En el anexo 1 se indican las especies de murciélagos que fueron registradas durante este estudio.

RESULTADOS

Área de vida

Los resultados obtenidos sugieren que *Noctilio albiventris* no es una especie territorial; al contrario se observó un alto gregarismo tanto intra como intercolonial.

En el período de investigación se determinó, en base a recorridos nocturnos y censos, la existencia de por lo menos nueve colonias dentro del área de estudio, con un promedio total de 512,8 individuos. Seis colonias fueron encontradas en lagunas (dos en la Laguna Grande, dos en la laguna de Canangüeno, una en Mateococha y una en Caimancocha) y tres en ríos (una en la Bocana, una en el río Cuyabeno alto y una en la quebrada de la Hormiga; figura 4); sin embargo, existe evidencia de la existencia de por los menos tres colonias más, a pesar de no haberse determinado el lugar de salida del bosque hacia las aguas. Tres o cuatro de las colonias (tres identificadas y una sin determinar su origen) tienen interacción constante

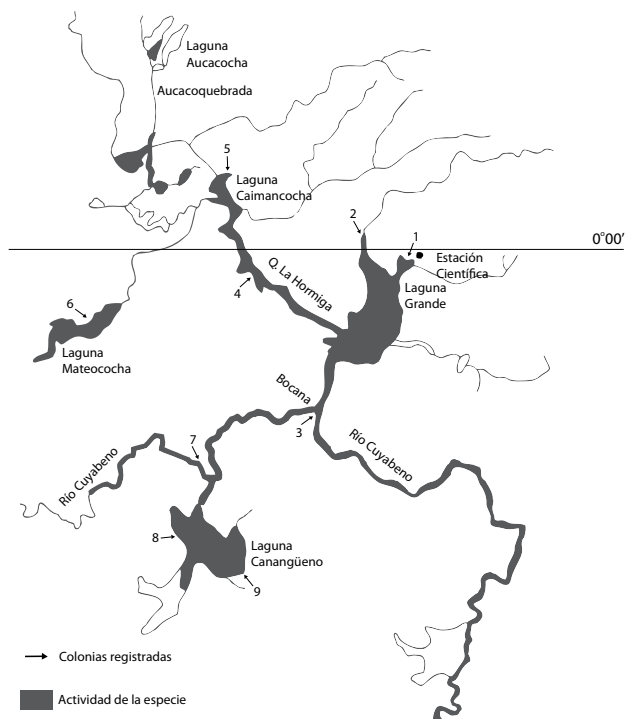


Figura 4. Ubicación de las colonias y áreas de actividad ocupadas por *Noctilio albiventris* durante el estudio. Las flechas indican el sitio de salida de la especie desde el interior del bosque; mientras que el área sombreada corresponde a la superficie ocupada por las colonias identificadas (representadas por números).

dentro del sistema comprendido entre la Laguna Grande, la Bocana y el río Cuyabeno, lugares donde se recopilaban la mayor cantidad de datos.

El área de vida que se presenta a continuación corresponde a la colonia 1 (figura 4), la cual se encontraba junto a la Estación Científica Cuyabeno. Se debe aclarar que debido a la metodología empleada no fue posible individualizar las colonias; por lo tanto, debe tomarse en cuenta que al realizar las observaciones en la Laguna Grande se registraron en interacción cuando menos individuos de las colonias 1, 2, 3 y, seguramente también, 4; sin embargo, los resultados que se presentan a continuación bien pueden ser utilizados para cualquiera de ellas, debido a que las colonias 1, 2 y 3 demostraron un constante solapamiento e interacción durante el período de estudio.

Se determinó que el nivel de agua de la Laguna Grande es el factor que determina el área de vida de la especie, según se explica a continuación:

Nivel de agua alto. Cuando el nivel de agua de la Laguna Grande se encontraba alto, el ámbito hogareño que se observó en *N. albiventris* fue extenso. En este período, la especie fue registrada en áreas abiertas de la Laguna Grande, la quebrada de la Hormiga, la Bocana y el río Cuyabeno (figura 5a), para un área de vida total aproximada de 50,4 ha.

Nivel de agua bajo. Cuando el nivel del agua descendía, el área de vida de *N. albiventris* registraba una alta preferencia por la Laguna Grande, en especial por los bordes con una profundidad inferior a un metro; en menor grado se observó actividad en la Bocana y en el río Cuyabeno. El área ocupada en los bordes fue de unas 30 ha y correspondió a un 55% de las observaciones (figura 5b); la superficie restante, donde se visualizó la especie, cubrió unas 45 ha; sin embargo, la mayor parte de estas observaciones correspondieron a vuelos de desplazamiento y no a búsqueda de alimento y forrajeo.

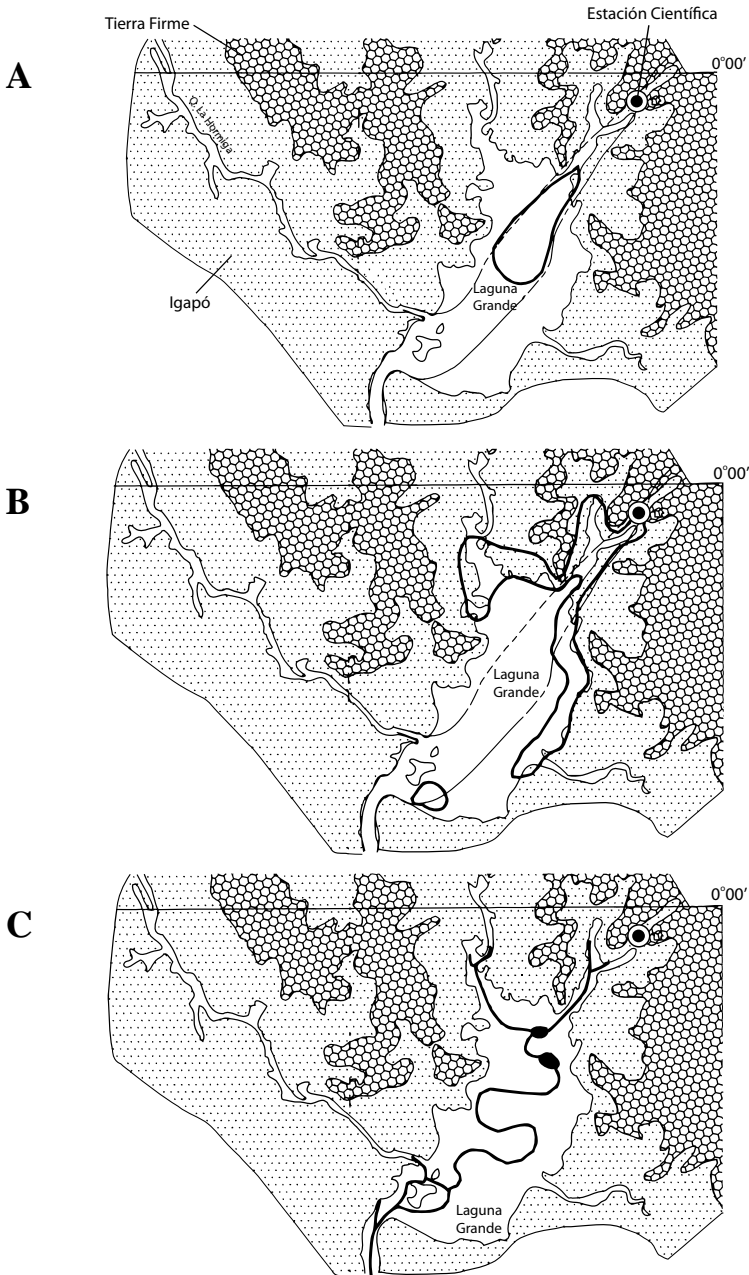


Figura 5. Área de vida de *Noctilio albiventris* según el nivel de agua de la Laguna Grande: [A] Nivel de agua alto (mayor a 260 cm en el centro de la laguna); [B] Nivel de agua bajo (menor a 260 cm en el centro, pero mayor a 100 cm); [C] Período de laguna seca. La línea fina punteada corresponde a la ruta de desplazamiento habitual; mientras que la línea gruesa continua corresponde al área de forrajeo.

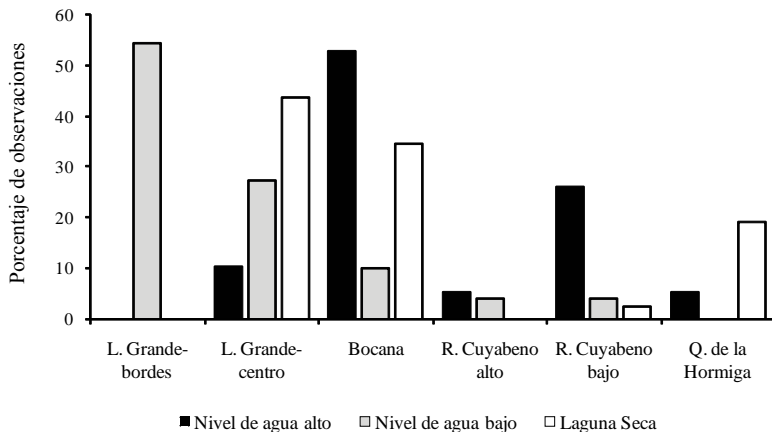


Figura 6. Preferencia de hábitat de *Noctilio albiventris* en relación con el nivel de agua de la Laguna Grande, en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, provincia de Sucumbíos.

Laguna seca. Durante el período de laguna seca se distinguió la mayor variación con respecto al área de vida, la cual tuvo relación directa con la cantidad de agua existente en la Laguna Grande. En este período se redujo el ámbito hogareño a 20,4 ha aproximadamente. La actividad se concentró en los canales residuales de la Laguna Grande, la entrada de la quebrada de la Hormiga y la Bocana. En este momento no se registró actividad de la especie en el río Cuyabeno (figura 5c).

Preferencia de hábitat

Se determinó que la preferencia de hábitat también tiene una relación directa con el nivel de agua de las lagunas. Los datos tomados fueron separados en tres grupos que corresponden al nivel de inundación de la Laguna Grande.

Nivel de agua alto. La actividad de la especie se concentró principalmente en la Bocana del río Cuyabeno, con el 53% de las observaciones, seguido por el río Cuyabeno bajo, con el 26%; el centro de la Laguna Grande tuvo un 11% y la quebrada de la Hormiga y el río Cuyabeno alto el 5% de las observaciones cada uno. En ningún momento se registró actividad en las orillas o bordes de la Laguna Grande (figura 6).

Se observó en la mayoría de las veces actividad de una colonia en conjunto o en interacción

con otras colonias. Una observación inusual se registró en la Bocana y en el río Cuyabeno en enero de 1993, con una agrupación superior a 270 individuos de *N. albiventris* provenientes de alrededor de cinco o seis colonias diferentes, número de colonias que se determinó en base a la dirección de la procedencia de vuelo observada y al número de individuos registrados, lo cual permitió identificar y separar las diferentes colonias: dos provinieron de la Laguna Grande, una de la Bocana, una del río Cuyabeno alto, una del río Cuyabeno bajo y posiblemente una sexta colonia de la quebrada de la Hormiga, las cuales interactuaron en un mismo lugar y tiempo, fenómeno que aparentemente se debió a la abundancia inusual de insectos del orden Ephemeroptera sobre el agua.

Los registros de individuos o grupos aislados fueron ocasionales durante todo el período de estudio, con menos del 5% de las observaciones totales.

Nivel de agua bajo. Se observó una alta preferencia por las orillas de la Laguna Grande, con el 55% de las observaciones, momento en el cual las orillas registraban profundidades inferiores a un metro. En menor número se contabilizaron observaciones en la Bocana, con un 27% de los registros; el centro de la Laguna, un 10%; el río

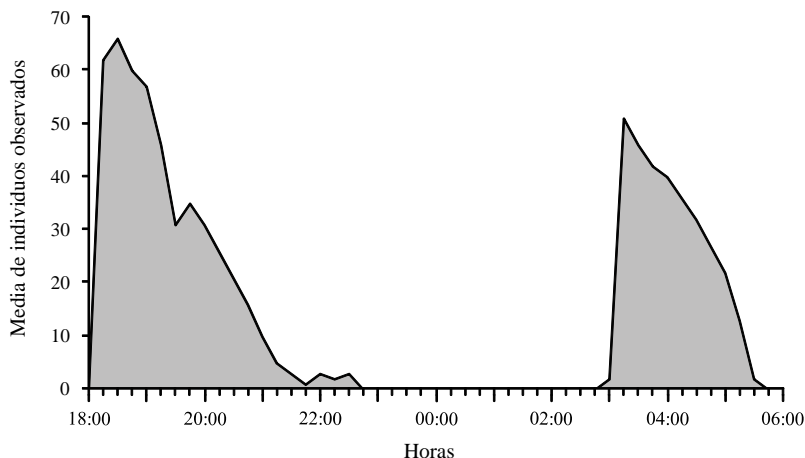


Figura 7. Patrón de actividad nocturna de *Noctilio albiventris* en la Laguna Grande, Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, provincia de Sucumbíos.

Cuyabeno alto y bajo, con el 4% para cada uno; mientras que no se registró actividad en la quebrada de la Hormiga (figura 6).

La actividad en la mayoría de las observaciones de *N. albiventris* fue en función de conjunto, ya que la especie demostró un alto gregarismo durante la búsqueda de alimento y forrajeo.

Laguna seca. Corresponde a los meses de enero y febrero de 1994, período en el cual se registró la mayor variación en las observaciones de preferencia de hábitat.

La actividad cambió gradualmente debido a la disminución progresiva del nivel de agua de la Laguna Grande. En un primer momento, los murciélagos se concentraron en puntos aislados que presentaban profundidades menores a un metro. Seguidamente, en los días que se registraron los niveles más bajos de agua, la actividad de la especie se desarrolló en los pequeños canales residuales que mantenían una profundidad no mayor a los 50 cm; paralelamente, el canal de la Bocana y la quebrada de la Hormiga registraron en ciertos lugares profundidades inferiores a un metro.

Las preferencias registradas en este período fueron: en la Laguna Grande el 44% (la actividad se concentró únicamente sobre pozas y canales de agua residuales); en el canal de la Bocana el 35%; en la entrada de la quebrada de la Hormiga el 19%;

en el río Cuyabeno bajo se registró el 2,5% de las observaciones; mientras que no hubo registros en el río Cuyabeno alto (figura 6).

Durante este período, *N. albiventris* fue observado en pequeños grupos de entre cinco y 20 individuos en el momento de capturar su alimento; diferente a lo registrado con los niveles de agua alto y bajo, donde las concentraciones oscilaron entre 40 y más de 270 individuos.

Para terminar, se observó en las lagunas de Canangüeno y Mateococha que *N. albiventris* evita forrajear sobre superficies que presentan abundante vegetación acuática (compuesta por los géneros *Cabomba*, *Eichhornia*, *Ludwigia*, *Montrichardia*, *Pistia*, *Pontederia*, entre otros); al contrario, se evidenció que la especie prefería buscar su alimento sobre áreas abiertas, a pesar que muchos insectos (acuáticos y voladores) y peces pequeños fueron observados en el interior de este tipo de vegetación.

Patrón de actividad

El inicio de la actividad nocturna de *Noctilio albiventris* está en relación directa con la cantidad de luz solar existente. La primera observación de actividad se registró entre las 18:02 y 18:29 h; momento en el cual empieza, por espacio de una hora, el mayor pico de actividad en la noche; luego, la actividad decrece progresivamente

Tabla 1. Resumen de los análisis estadísticos sobre la influencia de los factores climáticos en la actividad de *Noctilio albiventris* en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, provincia de Sucumbíos.

Lugar	No. Censos	Factores climáticos							
		Lluvia		Nivel de agua		Nubosidad		Luna	
		AV	CE	AV	CE	AV	CE	AV	CE
Lagunas	48	*	*	**	**	NS	NS	NS	NS
Laguna Grande	25	**	**	*	*	NS	NS	NS	NS
Ríos	44	**	**	NS	NS	*	*	NS	NS
Río Cuyabeno	39	**	**	NS	NS	*	*	NS	NS

AV = Análisis de varianza, CE = Correlaciones estadísticas. Significación al 0,05.

** = Altamente significativo (99%), * = Significativo (95%), NS = No significativo (< 95%).

hasta las 22:00 h. La duración total aproximada del primer pico fue de cuatro horas; registrándose en pocas ocasiones actividad después de las 22:15 h. La especie permanece prácticamente inactiva a partir de las 22:30 h, por espacio de unas cuatro horas. Entre las 02:30 y las 03:00 h se inicia un segundo período, de menor intensidad y duración que el primero, el cual se prolonga hasta el amanecer, entre las 05:20 y las 05:45 h, en relación con la cantidad de luz existente en el ambiente, como ocurrió al inicio. El patrón de actividad registrado se gráfica en la figura 7.

Se determinó que la cantidad de lluvia influye de manera directa en la actividad de *Noctilio albiventris*, según se pudo observar en varias ocasiones durante este estudio. Cuando a partir de las 18:00 horas (momento del inicio de su actividad) caía una fuerte lluvia (estimada en 4/4 según se indica en la metodología), el inicio de actividad se vio retardado; pero una vez que la lluvia cesó, la actividad empezó rápidamente en un horario inusual, a partir de las 19:25 horas en un caso y las 20:30 horas en otro. En algunas ocasiones la actividad de la especie disminuía drásticamente por el resto de la noche.

El análisis de varianza se lo realizó en conjunto tanto para lagunas como para ríos y de forma separada para la Laguna Grande y el río Cuyabeno. Los resultados fueron similares en todas y cada una de las pruebas realizadas. Así se determinó que el factor lluvia es altamente significativo, ya que influye en la actividad de la especie (tabla 1); la prueba de significación de Tukey demostró que los niveles de lluvia 0/4

y 1/4 no tienen un efecto relevante sobre la actividad; el nivel 2/4 es poco influyente y forma un mismo rango con el nivel 3/4. Los niveles 3/4 y 4/4 tienen incidencia en la actividad de la especie; mientras que el nivel 4/4 tiene un alto grado de influencia (tabla 2).

Según el análisis de varianza se comprobó que los factores ambientales de nubosidad y ciclo y luz lunar no fueron significativos (tabla 1); de igual manera, la prueba de Tukey demostró una homogeneidad en las muestras (medias) con respecto a estos factores. Este análisis fue corroborado por las correlaciones estadísticas efectuadas para los mismos niveles y variables.

Refugios

Refugios diurnos. Se dedicaron 35 días a la búsqueda del refugio diurno de la colonia que se encuentra detrás de la Estación Científica Cuyabeno. Desafortunadamente, hasta el término de la investigación, no se determinó el lugar exacto que utiliza la colonia como dormitorio; sin embargo, se obtuvieron datos que se consideran importante:

La colonia utilizó durante todo el período de estudio una sola ruta de salida, en línea recta, desde el interior del bosque hacia áreas abiertas, ruta que no varió en el tiempo de investigación a lo largo de todo su curso hasta la salida a la Laguna Grande. La ruta seguida recorrió 982,6 m; la cual cruza por los cuatro tipos de vegetación que se encuentran en el área de estudio, distribuidos en: 222 m en bosque de igapó; 328,6 m en bosque de pantano; 360,8 m en bosque de tierra

Tabla 2. Resultados de la prueba de significación de Tukey sobre la influencia de factores climáticos (lluvia, nubosidad y ciclo lunar) y ambientales (nivel de agua en la Laguna Grande) en la actividad de *Noctilio albiventris* en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, provincia de Sucumbíos. Las letras son usadas para agrupar las medias que corresponden a un mismo rango o grupo. Los resultados presentan un significación al 0,05.

A. Factor lluvia					
Nivel de lluvia:	0/4	1/4	2/4	3/4	4/4
Laguna Grande	A	A B	B C	C	D
Río Cuyabeno	A	B	B C	C D	D

Niveles de lluvia: 0/4 = ausencia de lluvia (no hay probabilidades de lluvia); 1/4 = amenaza de lluvia; 2/4 = lluvia leve, garúa; 3/4 = lluvia moderada; 4/4 = lluvia fuerte.

B. Factor nivel de agua						
Nivel de agua:	1	2	3	4	5	6
Laguna Grande	-	A	A B	B	B	B
Río Cuyabeno	A	A	A	A	A	A

Nivel de agua en el centro de la Laguna Grande: 1 = < 50 cm; 2 = 51 a 100 cm; 3 = 101 a 150 cm; 4 = 151 a 200 cm; 5 = 201 a 250 cm; 6 = > 250 cm.

C. Factor nubosidad				
Nivel de nubosidad:	1	2	3	4
Laguna Grande	A B	A	A B	B
Río Cuyabeno	A	A	A B	B

Niveles de nubosidad: 1 = 0/8 a 2/8 de nubosidad; 2 = 3/8 a 4/8 de nubosidad; 3 = 5/8 a 6/8 de nubosidad; 4 = 7/8 a 8/8 de nubosidad.

D. Factor ciclo y luz lunar				
Nivel de luz lunar:	1	2	3	4
Laguna Grande	A	A	A	A
Río Cuyabeno	A	A	A	A

Niveles de luz lunar: 1 = 1/4 de claridad (noche oscura, luna nueva); 2 = 2/4 de claridad; 3 = 3/4 de claridad; 4 = 4/4 de claridad (noche clara, luna llena).

Tabla 3. Resumen de los resultados de las correlaciones estadísticas y la prueba de significación de Tukey sobre las diferencias en el tamaño de las poblaciones de *Noctilio albiventris* entre los diferentes lugares estudiados a causa de derrames de petróleo ocurridos en el sistema lacustre del río Cuyabeno (Sucumbíos).

Lagunas:	Sitios estudiados				
	1 (control)	2	3	4	5
	A	B	C	C	D
Censos: (n = 50)	8	22	7	8	5
Correlaciones: ** todas las lagunas, ** sin incluir Aucacochoa.					
Ríos:	1	2	3 (control)	4	5
	A	A B	B	B	C
Censos: (n = 45)	12	12	11	5	5
Correlaciones: ** todos los ríos, * sin incluir Aucaquebrada.					

Lagunas: 1 = Canangüeno (control); 2 = Laguna Grande; 3 = Caimancocha; 4 = Mateococha; 5 = Aucacochoa.
Ríos: 1 = Canal de la Bocana; 2 = Cuyabeno bajo; 3 = Cuyabeno alto (control); 4 = Quebrada de la Hormiga; 5 = Aucaquebrada. Las letras son usadas para agrupar las medias que corresponden a un mismo rango.
Significación: ** = altamente significativo (99%), * = significativo (95%).

firme; y 71,2 m en bosque inundado estacional. Fue hasta esta última formación vegetal donde el seguimiento de la colonia se detuvo por lo inaccesible del terreno y la falta de senderos.

Refugios nocturnos. En el período comprendido entre las 22:00 y las 02:30 horas, espacio en el cual la actividad de la especie disminuye, se determinó que los murciélagos utilizan como refugios temporales o lugares de descanso árboles de *Macrolobium acaciifolium*, ubicados en la periferia de la Laguna Grande; en el río Cuyabeno fue difícil determinar el lugar de reposo nocturno, pero se piensa que ocupan otras especies arbóreas. Los individuos observados descansaban sobre la corteza de los árboles, a una altura promedio de dos metros sobre el nivel del agua. Estos permanecían aparentemente inactivos; sin embargo, al intentar un acercamiento, los murciélagos huían con rapidez.

Uso como bioindicador

El análisis de varianza y las correlaciones estadísticas que se efectuaron, presentaron diferencias altamente significativas entre los resultados obtenidos para lagunas y ríos (tabla 3).

En la prueba de significación de Tukey para ríos se determinó que el río Cuyabeno alto (sitio de control), el río Cuyabeno bajo, el canal de Bocana y la quebrada de la Hormiga, presentaron poblaciones prácticamente similares en cuanto al número de individuos; mientras que en Aucaquebrada se registraron diferencias altamente significativas con respecto a los demás ríos muestreados (tabla 3).

En las lagunas los resultados fueron diferentes. Canangüeno (sitio de control), presentó un elevado número de individuos con respecto a los otros lugares. La Laguna Grande, de acuerdo con la prueba de Tukey, presentó diferencias con el control y con los restantes sitios. Las lagunas

de Caimancocha y Mateococha presentaron poblaciones similares entre sí, mientras que Auca-cocha registró, al igual que Aucaquebrada, los índices poblacionales más bajos. Las diferencias entre Auca-cocha y las lagunas restantes fueron altamente significativas (tabla 3).

DISCUSIÓN

Área de vida y preferencia de hábitat

Se registraron claras diferencias entre el área de vida y la preferencia de hábitat que ocupó *Noctilio albiventris* en relación con el grado de inundación de la Laguna Grande. Se comprobó que tanto el área de vida como la preferencia de hábitat están relacionados directamente con el nivel de agua, según se evidenció en el sistema Laguna Grande, Bocana y río Cuyabeno; es decir, cuanto mayor es la cantidad de agua en las lagunas y, por lo tanto, el nivel de inundación (nivel de agua alto), mayor es el área utilizada por la especie para la búsqueda de alimento; a medida que el nivel de agua disminuye (nivel de agua bajo), el área de vida ocupada es menor; finalmente, cuando la laguna se seca, el ámbito hogareño se reduce a los pequeños cuerpos de agua existentes.

De igual manera, cuando la profundidad en el centro de la Laguna Grande es menor a 260 cm, la actividad se concentra en los bordes, mientras que en la Bocana es baja. Lo contrario ocurrió con niveles superiores a lo indicado, donde la actividad en la Bocana se incrementaba, mientras que en la Laguna Grande decrecía. Al parecer, niveles de agua con baja profundidad facilitan a *N. albiventris* en la ecolocalización y en la búsqueda de alimento, según lo experimentó Bloedel (1955) en sus ensayos con *Noctilio leporinus* en cautiverio.

Contrario a los resultados obtenidos en la RPF, Fenton *et al.* (1993) indican que en un estudio efectuado sobre *N. albiventris* en Costa Rica, la especie presentó poca consistencia en cuanto al uso de sus sitios de forrajeo; sin embargo, las condiciones ecológicas de ambas áreas y las metodologías utilizadas fueron diferentes; por lo cual, se considera que no es adecuado comparar ambos estudios.

Hay que indicar que la superficie del área de vida obtenida en la RPF puede ser inferior a la que en realidad ocuparía la especie; este mar-

gen de error se debe a lo difícil que resultó el seguimiento de la especie en la naturaleza y a la metodología y equipo empleado, lo cual no permitió determinar los límites exactos del ámbito hogareño ocupado; sin embargo, los datos obtenidos presentan una idea clara del área de vida y preferencia de hábitat de *N. albiventris* en el sistema lacustre del río Cuyabeno.

También se observó que la especie presenta un importante gregarismo en el momento de buscar alimento sobre la superficie de ríos y lagunas, tanto para un nivel de agua alto como bajo, característica que ya fue mencionada por Dunn (1934), Davis *et al.* (1964), Tuttle (1970) y Emmons y Feer (1999). En cuanto al tamaño grupal, cuando la laguna estaba seca se registraron agrupaciones de menos de 20 individuos, inferiores a las cuales se observaron con niveles de agua alto y bajo, cuando el conteo registró entre 40 y más de 270 individuos. Tuttle (1970) y Emmons y Feer (1999) también comentan sobre el tamaño de los grupos, en el primer caso indica que la especie caza en grupos de 8 a 15 individuos, mientras que en el segundo solamente comentan que la especie forma pequeños grupos que vuelan en círculo. Por su parte, Albuja (1982, 1999) comenta que en la laguna de Limoncocha, provincia de Sucumbíos, habita una población de varios cientos de individuos.

Los resultados se ven corroborados con los análisis estadísticos. Según se observa en el análisis de varianza y las correlaciones estadísticas realizadas (tabla 1), se determinó que el nivel del agua no es un factor que regula la actividad de la especie, sino que determina la preferencia de hábitat. Por su parte, en la prueba de significación de Tukey se demostró que en las lagunas el nivel de agua influye de diferente manera en el lugar de actividad de la especie para profundidades menores y mayores a los 100 cm; mientras que en los ríos no se manifestaron diferencias ningún nivel (tabla 2).

Patrón de actividad y refugios

En este estudio se determinó que *Noctilio albiventris* presenta dos períodos de actividad en la noche. El primero, de mayor intensidad, se inicia al final de la tarde, en relación con la cantidad de luz solar en el ambiente y dura aproximadamente una hora más con respecto al segundo período,

el cual tiene menor fuerza y termina poco antes del amanecer. Resultados que concuerdan con la actividad indicada para la especie en los trabajos de Dunn (1934), Davis *et al.* (1964), Brown (1968), Hooper y Brown (1968), Hood y Pitocchelli (1983), Linares (1987) y Vargas (2007), donde también se comenta de la existencia de dos períodos de actividad definidos en la noche.

En el intervalo de tiempo entre los dos períodos no se registró actividad de la especie; durante este espacio, se observó que *N. albiventris* descansaba sobre la corteza de árboles que se encontraban en los alrededores de los ríos y lagunas. Se piensa que no existen preferencias por el tipo de refugio nocturno, a pesar de que todas las observaciones en la Laguna Grande fueron sobre árboles de *Macrolobium acaciifolium*, debido a que en el río Cuyabeno los murciélagos deben utilizar otros albergues, puesto que *Macrolobium* es una especie poco frecuente en ríos (Asanza, 1985). Howell y Burch (1974) observaron a individuos de esta especie mientras se alimentaban y descansaban sobre un árbol de la familia Moraceae.

Dunn (1934) y Bloedel (1955) han reportado haber encontrado colonias de *Noctilio albiventris* refugiándose en áticos de casas; Dunn (1934) también indica haber registrado colonias en árboles huecos o en otros ambientes naturales. Hood y Pitocchelli (1983), Nowak (1999) y LaVal y Rodríguez-H. (2002) también comentan que la especie utiliza como dormitorios diurnos árboles huecos, follaje y construcciones humanas. Vargas (2007) señala que se han registrado colonias de *N. albiventris* en árboles huecos, compartiéndolos con otras especies de murciélagos (*Molossus molossus* y *Myotis simus*). Armstrong y Murray (1969) encontraron un refugio de *N. leporinus* a 180 m del borde del agua.

Según lo observado en este estudio, a pesar de no encontrarse el lugar exacto del refugio, se registró que el dormitorio se ubica en el interior del bosque, a una distancia superior a 1 000 m del borde de la laguna. Se desconoce la razón por la cual el albergue diurno se encuentra alejado del borde del agua, puesto que mientras se buscó el dormitorio, se encontraron varios árboles que bien podrían ser utilizados con este fin; sin embargo, eran habitados por otras especies de murciélagos. Vargas (2007) in-

dica que al parecer *N. albiventris* mantiene una alta fidelidad en el uso de refugios, ya que se ha observado que algunos sitios están ocupados por la especie por más de 25 años. Fenton *et al.* (1993), en un estudio con radiotransmisores, determinaron que los individuos marcados regresaban repetidamente al mismo refugio, aunque también existieron cambios de refugios entre algunos individuos.

Incidencia de factores climáticos

Se comprobó que el factor climático que tiene influencia directa sobre la actividad y preferencia de hábitat de *Noctilio albiventris* fue la precipitación local. A medida que se incrementaba el nivel de lluvia, la actividad disminuía; con un nivel de lluvia media (nivel 3/4), la actividad de la especie era baja; mientras que al incrementarse la fuerza (nivel 4/4), la actividad prácticamente desaparecía, situación que incluso retardaba el inicio de actividad. Los resultados fueron similares tanto para el río Cuyabeno como para la Laguna Grande.

La preferencia de hábitat se vio influenciada por la variación del nivel de agua de las lagunas, originado por las precipitaciones en la parte alta del sistema lacustre (figuras 5 y 6).

También se comprobó que los factores nubosidad y claridad de la noche demostraron no ser significativos para la especie (tabla 2). En cuanto a la claridad de la noche, los resultados obtenidos difirieron con lo encontrado por Selaya (2001), quien indica que *N. albiventris* fue capturado en todas las fases lunares, aunque fue más frecuente en la fase de cuarto menguante.

Uso como bioindicador

Los resultados demostraron diferencias altamente significativas entre los lugares de control y los sitios más afectados por los derrames de petróleo (Aucacocha y Aucaquebrada), lo cual lleva a la conclusión que sí existió alteración del ecosistema debido a este impacto.

En los ríos, las poblaciones de *Noctilio albiventris* presentaron resultados similares en cuanto al número de individuos, con excepción de Aucaquebrada, lugar que fue el más afectado por la contaminación de petróleo, lo cual al parecer produjo un declive en las poblaciones del murciélago pescador.

Las aguas de Aucaquebrada se encuentran mayormente cubiertas por vegetación, razón por la cual, en esta parte el ancho del río navegable (sin vegetación), no supera los cinco metros, aunque en ciertos lugares, incluso era menor a un metro, lo cual seguramente ocasionó que el petróleo se estanque y no fluya por su cauce; finalmente, la similitud en los resultados obtenidos entre los ríos restantes con el control (río Cuyabeno alto) se atribuye a que el derrame de petróleo fue arrastrado por la corriente, al reducir así el grado de contaminación, sin ocasionar daños serios ni alteraciones en el ecosistema.

En el caso de las lagunas hay diferencias significativas en los resultados del análisis de varianza; sin embargo, se observa cierta relación con el tamaño de las lagunas. Las mayores poblaciones se registran en las lagunas más grandes (Canangüeno y Laguna Grande); de igual manera, las poblaciones de menor tamaño están en las lagunas pequeñas (Caimancocha y Mateococha); las verdaderas diferencias, al igual que en Aucaquebrada, se presentan con Aucacocha, debido a que fue el centro de la contaminación y el lugar que más petróleo recibió durante los derrames.

Si se compara las lagunas de Canangüeno y Aucacocha, fueron los lugares que menor cantidad de turistas y motores fuera de borda recibieron durante el período de estudio en relación con los restantes sitios muestreados. Estas lagunas presentan un nivel de profundidad similar entre ellas. Si se considera la superficie, Aucacocha posee un área de 10,6 ha, nueve veces inferior a Canangüeno (96,9 ha), pero similar a la superficie de Caimancocha (10,7 ha); en este sentido, se debería esperar que la población de Aucacocha (una media de 2,6 individuos en cinco censos), sea parecida a la de Caimancocha (una media de 31,9 individuos en siete censos), lo cual no ocurrió.

Según las observaciones realizadas en este estudio, las evidencias indican que *N. albiventris* es capaz de recorrer alrededor de ocho kilómetros por noche. Si la distancia que separa Aucacocha de la Laguna Grande es menor a seis kilómetros y de Canangüeno alrededor de diez, a lo largo del curso del agua; y además, según se comprobó, no hay evidencia de territorialismo entre las diferentes colonias, se considera que el bajo tamaño poblacional de la especie en

Aucfacocha y Aucaquebrada se debe a que las colonias migraron a lugares que se presentaban más favorables. En este sentido, se puede concluir que el petróleo, al parecer, no afectó directamente a *N. albiventris*; al contrario, la especie se vio obligada a buscar otros sitios de alimentación al encontrarse con aguas contaminadas y, por lo tanto, en condiciones desfavorables.

CONCLUSIONES

- En el área de estudio se determinó la existencia de por lo menos nueve colonias de *Noctilio albiventris*, con un promedio total de 512,8 individuos.
- El nivel de agua y la precipitación influyen directa e indirectamente en el área de vida, preferencia de hábitat y patrón de actividad de la especie.
- El área de vida y la preferencia de hábitat dependen directamente de la cantidad de agua de la Laguna Grande. A mayor profundidad (superior a 260 cm en el centro), menor es la presencia de *N. albiventris* en los bordes de las lagunas; mientras que a menor profundidad (inferior a 260 cm en el centro), mayor es su presencia en los bordes de las lagunas.
- El patrón de actividad registró dos períodos en la noche, uno al atardecer (a partir de las 18:00 horas), de mayor duración e intensidad, y otro en la madrugada (desde las 03:00 horas), que se extiende hasta poco antes del amanecer.
- Existen diferencias significativas en el número de individuos registrados, entre los lugares más afectados por la contaminación de petróleo con los restantes estudiados.
- *N. albiventris* se vio afectado indirectamente por los derrames de petróleo.

AGRADECIMIENTOS

A la Unidad de Protección Ambiental de la Empresa Estatal de Petróleos del Ecuador (PetroEcuador) por financiar el proyecto "Monitoreo e investigación en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno", dentro del cual se incluyó este estudio. A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por su auspicio dentro del proyecto. A Julio Sánchez por su ayuda en el análisis estadístico. A Eduardo Asanza y Ana Cristina Sosa por las facilidades prestadas en la

Estación Científica Cuyabeno. A María Luisa Tirira, por su ayuda en la preparación y edición de los mapas preliminares. A Santiago F. Burneo y Christian Tufiño por su colaboración con la preparación de los mapas finales que se incluyen en esta publicación.

LITERATURA CITADA

- Albuja, L. 1982. Murciélagos del Ecuador. 1a edición. Departamento de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. 2a edición. Cicetrónica Cía. Ltda. Quito.
- Albuja, L., M. Ibarra, J. Urgilés y R. Barriga. 1980. Estudio preliminar de los vertebrados ecuatorianos. Editorial Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- Anderson, J. W. y W. A. Wimsatt. 1963. Placentation and fetal membranes of the Central American noctilionid bat, *Noctilio labialis minor*. American Journal of Anatomy 112(2): 181–201.
- Armstrong, F. H. y J. L. Murray. 1969. *Noctilio leporinus* in Hispaniola. Journal of Mammalogy 50(1): 133.
- Asanza, E. 1985. Distribución, biología reproductiva y alimentación de cuatro especies de Alligatoridae, especialmente *Caiman crocodylus* en la Amazonía del Ecuador. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- Bloedel, P. 1955. Hunting methods of fish-eating bats, particularly *Noctilio leporinus*. Journal of Mammalogy 36(3): 390–399.
- Brown, J. H. 1968. Activity patterns of some Neotropical bats. Journal of Mammalogy 49(4): 754–757.
- Brown, P. E., T. W. Brown y A. D. Grinnell. 1983. Echolocation, development, and vocal communication in the Lesser Bulldog Bat, *Noctilio albiventris*. Behavioral Ecology and Sociobiology 13(4): 287–298.
- Cabrera, Á. y A. Willink. 1980. Biogeografía de América Latina. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Monografía 13, Serie Biología. Washington, DC.
- Cañadas-Cruz, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Programa Nacional de Regionalización Agraria y Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito.
- Davis, W. B. 1976. Geographic variation in the Lesser Noctilio, *Noctilio albiventris* (Chiroptera). Journal of Mammalogy 57(4): 687–707.
- Davis, W. B., D. C. Carter y R. H. Pine. 1964. Noteworthy records of Mexican and Central American bats. Journal of Mammalogy 45(3): 375–387.
- De la Torre, S., F. Campos y T. de Vries. 1995. Home range and birth seasonality of *Saguinus nigricollis graellsii* in Ecuadorian Amazon. American Journal of Primatology 37(1): 39–56.
- De Vries, T., F. Campos, S. de la Torre, E. Asanza, A. C. Sosa y F. Rodríguez. 1993. Investigación y conservación en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. Pp. 167–221, en: La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador (P. A. Mena y L. Suárez, eds.). EcoCiencia. Quito.
- Denkinger, J. 2010a. Status of the Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador. Avances en Ciencias e Ingenierías 2(2): B22–B26.
- Denkinger, J. 2010b. Population density, abundance estimates, habitat preference and social structure of Amazon River dolphins (*Inia geoffrensis*) in the Cuyabeno Reserve, Ecuador. Avances en Ciencias e Ingenierías 2(3): B91–B97.
- Dunn, L. H. 1934. Notes on the Little Bulldog Bat, *Dirias albiventris minor* (Osgood), in Panama. Journal of Mammalogy 15(2): 89–99.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: una guía de campo. 1a edición en español. Editorial FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza). Santa Cruz de la Sierra.
- Fenton, M. B., D. Audet, D. C. Dunning, J. Long, C. B. Merriman, D. Pearl, D. M. Syme, B. Adkins, S. Pedersen y T. Wohlgenant. 1993. Activity patterns and roost selection by *Noctilio albiventris* (Chiroptera: Noctilionidae) in Costa Rica. Journal of Mammalogy 74(3): 607–613.
- Fleming, T. H., E. T. Hooper y D. E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. Ecology 54(4): 555–569.
- Gardner, A. L. 2008 [2007]. Family Noctilionidae Gray, 1821. Pp. 384–389, en: Mammals of

- South America. Volumen 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats (A. L. Gardner, ed.). The University of Chicago Press. Chicago y Londres.
- Gonçalves, F., R. Munin, P. Costa y E. Fischer. 2007. Feeding habits of *Noctilio albiventris* (Noctilionidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Acta Chiropterologica* 9(2): 535–538.
- Hood, C. S. y J. Pitocchelli. 1983. *Noctilio albiventris*. *Mammalian Species* 197: 1–5.
- Hooper, E. T. y J. H. Brown. 1968. Foraging and breeding in two sympatric species of Neotropical bats, genus *Noctilio*. *Journal of Mammalogy* 49(2): 310–312.
- Howell, D. J. y D. Burch. 1974. Food habits of some Costa Rican bats. *Revista de Biología Tropical* 21: 281–294.
- Junk, W. J. y K. Furch. 1985. The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota. Pp. 3–17, en: *Amazonia, key environments* (G. T. Prance y T. Lovejoy, eds.). UICN. Pergamon Press. Oxford, Reino Unido.
- Kalko, E. K. V., H.-U. Schnitzler, I. Kaipf y A. D. Grinnell. 1998. Echolocation and foraging behavior of the Lesser Bulldog Bat, *Noctilio albiventris*: preadaptations for piscivory? *Behavioral, Ecology and Sociobiology* 42(5): 305–319.
- LaVal, R. K. y B. Rodríguez-H. 2002. Murciélagos de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Linares, O. J. 1987. Murciélagos de Venezuela. Universidad Simón Bolívar. Caracas.
- Morton, P. A. 1989. Murciélagos tropicales americanos. Fondo Mundial para la Naturaleza y Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Murray, P. F. y T. Strickler. 1975. Notes on the structure and function of cheek pouches within the Chiroptera. *Journal of Mammalogy* 56(3): 673–676.
- Novick, A. y B. A. Dale. 1971. Foraging behavior in fishing bats and their insectivorous relatives. *Journal of Mammalogy* 52(4): 817–818.
- Nowak, R. M. (ed.). 1999. Walker's mammals of the World. 6a edición. The Johns Hopkins University Press. Baltimore y Londres.
- PetroEcuador y Esen Ambientec. 1991. Plan integral de manejo ambiental de la actividad hidrocarbúrfica. Análisis de la problemática ambiental en zonas silvestres, caso Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. PetroEcuador y Esen Ambientec. Quito.
- Pires, J. M. y G. T. Prance. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. Pp. 109–145, en: *Amazonia, key environments* (G. T. Prance y T. Lovejoy, eds.). UICN. Pergamon Press. Oxford, Reino Unido.
- Selaya, A. 2001. Estructura de la comunidad de murciélagos en tres tipos de bosque en el Valle del Sacta (Chapare, Bolivia). Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba.
- Sierra, R. (ed.). 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN-GEF/BIRF y EcoCiencia. Quito.
- Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. Pp. 312–529, en: *Mammal Species of the World, a taxonomic and geographic reference* (D. E. Wilson y D. M. Reeder, eds.). 3a edición. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Smith, J. D. y A. Starrett. 1979. Morphometric analysis of chiropteran wings. Pp. 229–316, en: *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae. Part 3* (R. J. Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter, eds.). Special Publications of the Museum of Texas Tech University 16. Lubbock, Texas.
- Tirira, D. G. 1994. Aspectos ecológicos del murciélago pescador menor: *Noctilio albiventris affinis* (Chiroptera: Noctilionidae) y su uso como bioindicador en la Amazonía ecuatoriana. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- Tirira, D. G. 2000. Listado bibliográfico sobre los mamíferos del Ecuador. EcoCiencia y SIMBIOE. Boletines bibliográficos sobre la biodiversidad del Ecuador 2. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 3. Quito.
- Tirira, D. G. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito.
- Tirira, D. G. y T. de Vries. 1994. Aspectos reproductivos del murciélago pescador *Noctilio albiventris affinis* (Chiroptera: Noctilionidae) en la Amazonía ecuatoriana. *Revista de la*

Pontificia Universidad Católica del Ecuador 22(58): 69–82.

Tomes, R. F. 1860. Notes on a third collection of Mammalia made by Mr. Fraser in the Republic of Ecuador. Proceedings of the Zoological Society of London 1860: 260–268.

Tuttle, M. D. 1970. Distribution and zoogeography of Peruvian bats, with comments on the natural history. Science Bulletin of the University of Kansas 49(2): 45–86.

Vargas E., A. 2007. Familia Noctilionidae Gray, 1821. Pp. 174–178, *en*: Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia (L. F. Aguirre, ed.). Fundación Simón I. Patiño. Santa Cruz de la Sierra.

Anexo 1

Especies de murciélagos registradas en bosque de igapó durante el estudio de campo

Murciélagos capturados en redes de neblina (250 horas/red) durante el estudio de campo (de marzo 1992 a marzo 1993 y enero–febrero 1994) en bosque de igapó, próximo a la Estación Científica Cuyabeno (00°00'N, 76°10'W; 220 m de altitud), Laguna Grande, Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, provincia de Sucumbíos.

Especie	No. de capturas	Porcentaje
Emballonuridae		
<i>Rhynchonycteris naso</i>	13	13,1
Phyllostomidae		
<i>Carollia perspicillata</i>	5	5,1
<i>Sturnira lilium</i>	1	1,0
<i>Artibeus lituratus</i>	5	5,1
<i>Vampyressa thylene</i>	1	1,0
Noctilionidae		
<i>Noctilio albiventris</i>	64	64,6
Molossidae		
<i>Molossus molossus</i>	5	5,1
<i>Molossus rufus</i>	3	3,0
Vespertilionidae		
<i>Myotis riparius</i>	2	2,0
Total	99	100,0

Recibido: 31 de julio de 2010
Aceptado: 20 de octubre de 2011



El estudio de la diversidad biológica ha apasionado a muchos seres humanos a lo largo de la historia. El avance de la ciencia depende del espíritu de entrega, entusiasmo y compromiso que los científicos puedan expresar. Plinio el Viejo, hace casi 2 000 años, decía: "La verdadera gloria consiste en hacer lo que merece escribirse y en escribir lo que merece leerse; vivir así hará al mundo más feliz simplemente por vivir en él". Escribir sobre la vida que habita el planeta es sin duda un placer. Ciertamente, Plinio el Viejo estaría muy complacido de ver este libro, al comprobar,

fuera de toda duda, que en el Ecuador hay científicos que hacen lo que debe escribirse y que escriben lo que debe leerse, lo que hace del Ecuador y de todo el continente americano, una región más feliz.

Rodrigo A. Medellín (Universidad Nacional Autónoma de México)

