



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CAMBIOS EN LA ABUNDANCIA RELATIVA Y DIETA DE
LONTRA LONGICAUDIS EN RELACION A LA PERTURBACION
DE LA SELVA LACANDONA, CHIAPAS,
MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I O L O G A

P R E S E N T A :

ANA MAGDALENA SOLER FROST

DIRECTOR DE TESIS :

DR. RODRIGO ANTONIO MEDELLIN LEGORRETA



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

MEXICO, D.F.



2004

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Ana Magdalena

Soler Frost

FECHA: 23/Mayo/2004

FIRMA: *[Firma]*

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: Cambios en la abundancia relativa y dieta de *Lontra longicaudis* en relación a la perturbación de la Selva Lacandona, Chiapas, México.

realizado por Ana Magdalena Soler Frost

con número de cuenta 9450305-6 , quien cubrió los créditos de la carrera de: BIOLOGIA.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legorreta. *[Firma]*

Propietario

Dr. Gerardo Jorge Ceballos González. *[Firma]*

Propietario

Dra. Marisa Mazari Hiriart. *[Firma]*

Suplente

Dr. Rurik Herman List Sánchez. *[Firma]*

Suplente

M. en C. Livia León Paniagua. *[Firma]*

Consejo Departamental de BIOLOGIA

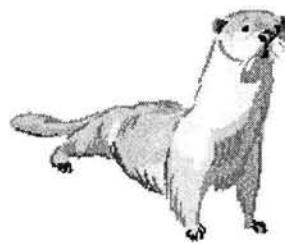
FACULTAD DE CIENCIAS

[Firma]
M. EN C. JUAN MANUEL RODRIGUEZ CHAVEZ



CAMBIOS EN LA ABUNDANCIA RELATIVA Y DIETA DE
LONTRA LONGICAUDIS EN RELACIÓN A LA
PERTURBACIÓN DE LA SELVA LACANDONA, CHIAPAS,
MÉXICO.

ANA SOLER FROST



AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer primero que nada a mi familia, quienes me apoyaron durante este tiempo, motivándome a seguir y no desistir. A mis papás, que siempre estuvieron ahí para escucharme, y darme útiles consejos. A mi papá y su fiel Corominas, con el cual hemos descubierto muchas cosas, y por aquellos campamentos que me iniciaron en las ciencias naturales. A mi mamá por sus consejos y regaños y su paciencia para ayudarme a escribir esta tesis y a ser la persona que hoy soy.

A mi hermano Pablo, por siempre estar interesado en mis aventuras en la selva, por esas largas pláticas nocturnas que tanto extraño.

A mi hermano Jaime, que me enseñó todo lo que se a cerca de los peces, por su amistad, su cariño.

A Tere por nuestras pláticas, por sus consejos, y su amistad.

Y a mi pequeño Mateo, que me acompañó a fotografiar a las nutrias al zoológico y ni se enteró. Pero sobre todo para que este trabajo contribuya a que él conozca a estos divertidos animales.

A Armando, que ha esperado con mucha paciencia a que termine este proceso, me dio su apoyo y cariño, manejó a Villahermosa y remó y remó por el arroyo Miranda, con angustia y cansancio, por esos días en la Lacandona.

A Edmundo mi amigo y compañero en la exploración de los arroyos, por ese puma que vimos, mil gracias por introducirme y enseñarme los encantos de la Selva.

A Xoxo, con ella los viajes a la Lacandona siempre fueron de aventura, peligro y grandes carcajadas.

A el Dr. Medellín, pues sin él esta tesis no existiría, por su confianza en mi necesidad de trabajar con carnívoros, gracias por sus regaños y apapachos, gracias por su apoyo y su amistad, por enseñarme tantas cosas, y por esos strudels a media mañana.

A las chicas súper poderosas, por todos esos días que estuvimos en el laboratorio.

A Osiris, por sus consejos en todo momento y por ofrecer siempre su ayuda.

A Brian y Annika Keeley, por las fotos aportadas para este proyecto.

A Jorge Ortega, por sus mails y comentarios.

A Erika, que siempre nos apoyamos en el proceso de realización de tesis y por su amistad.

A Antonio por su ayuda en la revisión y separación de excretas.

A Teresa y al Laboratorio de Paleontología del INAH, por todo su apoyo y dedicación en la identificación de las presas.

Al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina de Veterinaria y Zootecnia.

A la Fundación MacArthur quien financió el proyecto. A la Facultad de Ciencias y al Instituto de Ecología de la UNAM.

A la Doctora Marisa Mazari por toda su ayuda para el análisis de los contaminantes. Al Dr. Rurik List por toda su ayuda en la revisión de esta tesis. A la Maestra Livia León por sus comentarios.

A Karla y a Lucila por todo, todo lo que hemos vivido.

A todos los integrantes del Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados así como a los integrantes del Laboratorio de Ecología y Manejo de Vertebrados. A Heliot por las fotos de Palenque. A Ragde, Yola, Betty, Alejandro, Rafa, Héctor, Memo, Cuau, Jorge Vargas, Amin, Fernando Colchero, Dalia.

En especial quiero agradecer a el personal de la Estación Biológica Chajul, a doña Chica, y las muchachas de la estación por todas esas tardes en la Lacandona y las conchas recién hechas. A

Mario Lombera por todo su conocimiento. A mi guía, amigo, compañero en los interminables y agradables campamentos por el Miranda Rafael Lombera.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ESPECIES BIOINDICADORAS	2
ABUNDANCIA RELATIVA	6
MÉTODOS INDIRECTOS	7
ECOLOGÍA DE LOS CARNÍVOROS	8
HÁBITOS ALIMENTICIOS	10
NUTRIA	11
ANTECEDENTES	11
GENERALIDADES	12
EL AGUA EN MÉXICO Y EN EL MUNDO	14
CONTAMINANTES QUÍMICOS	17
LOS CONTAMINANTES Y LAS NUTRIAS	18
OBJETIVOS	20
HIPÓTESIS	21
ÁREA DE ESTUDIO	23
LOCALIZACIÓN	23
HIDROLOGÍA	25
CLIMA	27
GEOLOGÍA	28
VEGETACIÓN	29
DESCRIPCIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES MÁS FRECUENTEMENTE OBSERVADAS DURANTE ESTE ESTUDIO	29
FAUNA	30

HISTORIA DEL SITIO	31
MÉTODOS	33
SITIO DE MUESTREO	33
ARROYO JOSÉ	33
ARROYO MIRANDA	34
ARROYO LAGARTOS	37
ARROYO MANZANARES	38
RECOLECCIÓN DE EXCRETAS	38
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO	39
COLIFORMES TOTALES	39
ANÁLISIS DE AMONIO Y NITRATOS	40
ANÁLISIS DE AMONIO	40
ANÁLISIS DE NITRATOS	41
PLAGUICIDAS	42
ABUNDANCIA RELATIVA	43
DIETA	43
COMPONENTES DUROS	44
PELO	44
PREPARACIONES TEMPORALES DE PELO	45
FRECUENCIA DE OCURRENCIA	45
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
VOLUMEN DE AGUA EN CADA ARROYO	47
RESULTADOS	49
EXCRETAS	49

ABUNDANCIA RELATIVA	50
INDICADORES DE CONTAMINACIÓN	53
COLIFORMES TOTALES	53
AMONIO Y NITRATOS	54
PLAGUICIDAS	56
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO	56
DIETA	57
ÍNDICE DE DIVERSIDAD	59
VOLUMEN DE AGUA EN CADA ARROYO	60
ABUNDANCIA RELATIVA VS TAMAÑO DEL ARROYO	61
DISCUSIÓN	62
ABUNDANCIA RELATIVA	62
INDICADORES DE CONTAMINACIÓN	65
BACTERIAS INDICADORAS: COLIFORMES TOTALES	65
AMONIO Y NITRATOS	66
PLAGUICIDAS	67
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO	
EN HECES FECALES DE NUTRIAS	70
HÁBITOS ALIMENTICIOS	70
ÍNDICE DE DIVERSIDAD	73
¿BIOINDICADOR O NO?	74
CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76

APÉNDICE 1	93
APÉNDICE 2	96
APÉNDICE 3	98
APÉNDICE 3. a.	99
APÉNDICE 3. b.	100
ÍNDICE DE FIGURAS	101
ÍNDICE DE TABLAS	102

RESUMEN

Se comparó la abundancia relativa de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en cuatro arroyos de la Selva Lacandona, Chiapas, entre enero de 1998 y septiembre de 1999. Se realizaron recorridos de 5 Km en cada arroyo (arroyo José, Miranda, Lagartos y Manzanares). Los dos primeros arroyos se consideraron no perturbados por encontrarse dentro de la Reserva de Montes Azules, y los dos últimos como perturbados por encontrarse fuera de esta reserva y cerca de poblados. Se estimó la abundancia relativa (excretas/ Km recorridos) en cada arroyo y se identificaron las presas del 40% de las excretas. Se hicieron diferentes análisis de agua para conocer el tipo de contaminación presente cada arroyo. Se analizaron las concentraciones de amonio y nitratos, y se realizó un conteo de colonias de coliformes totales estos dos parámetros nos muestran el nivel de contaminación orgánica. Se realizó una cromatografía de gases para saber el tipo de plaguicidas organoclorados encontrados en los arroyos. La abundancia relativa fue mayor en los arroyos no perturbados que en los perturbados. La abundancia relativa fue mayor en el arroyo Miranda que es un arroyo no perturbado. Entre los arroyos perturbados el arroyo Lagartos tiene una mayor abundancia relativa que el arroyo Manzanares y que el arroyo José aun cuando este último es uno de los dos arroyos no perturbados. En la dieta se encontraron similitudes con otras dietas reportadas para esta especie. No se encontraron diferencias significativas entre la dieta de los arroyos perturbados y no perturbados. Los arroyos con un mayor índice de contaminación orgánica (bacteriológica y amonio y nitratos) fueron los arroyos perturbados. Todos los arroyos (no perturbados y perturbados) presentaron índices de contaminación por plaguicidas organoclorados. La nutria neotropical puede ser utilizada como un organismo bioindicador de contaminación de tipo orgánica.

INTRODUCCIÓN

No hay duda de que los humanos ejercemos influencia sobre el comportamiento de los carnívoros y otros animales. La causa más importante de mortalidad para los carnívoros de tamaño grande, incluso en áreas protegidas, son generalmente los conflictos con el ser humano (Bekoff, 2001). Muchas especies de carnívoros alrededor del mundo han sufrido dramáticos descensos poblacionales a través de los últimos cien años. Algunos se han extinguido (i.e. el lobo de las islas Malvinas, *Dusicyon australis*), otras especies enfrentan la disminución del rango de distribución, antes “ampliamente-distribuidas” o con áreas de distribución amplias, como son el león (*Panthera leo*), el oso pardo (*Ursus arctos*), el tigre (*Panthera tigris*) y el jaguar (*Panthera onca*) que una vez ocuparon grandes extensiones de terreno y ahora están restringidas a reservas aisladas o áreas inhóspitas donde las densidades humanas son bajas (Woodroffe, 2001; López-González y Brown, 2002).

Las especies de carnívoros varían en el grado de protección que tienen, en sus necesidades de conservación o en su importancia para la humanidad (económica o cultural). Las actividades humanas afectan directa o indirectamente tanto a los ecosistemas como a las especies y para estas últimas es la extinción el efecto negativo extremo. Las cinco principales causas de la extinción de especies a nivel local o global son: pérdida de hábitat y fragmentación del mismo; degradación del hábitat incluyendo contaminación (un problema particularmente severo en hábitats marinos y de dulceacuícolas); extinciones secundarias (aquella que se da como consecuencia directa o indirecta de la extinción de otra especie) y el impacto provocado por especies introducidas (Meffe y Carroll, 1997; Woodroffe, 2001).

Aunado a lo anterior, está la explotación por la piel y la reducción en las poblaciones de las presas de los carnívoros. La mayoría de las veces estos problemas están inter-relacionados y la mayoría de las especies con algún grado de protección, enfrentan por lo menos dos o más de

estas amenazas (Groombridge, 1992; Meffe y Carroll, 1997; Mackinnon, 2000; Woodroffe, 2001).

La mayoría de los carnívoros son objeto de algún grado de protección legal, i.e. en México existen 32 especies de carnívoros de las cuales el 67 % (22 especies) se encuentran en la NOM-057-ECOL-2001. A pesar de esto, muchas poblaciones siguen disminuyendo y la extinción es una amenaza constante. Las medidas prácticas de conservación son extremadamente necesarias si deseamos evitar futuras pérdidas y son de vital importancia las acciones de conservación basadas en un entendimiento realista de las causas de pérdida de las poblaciones (Soulé *et al.*, 2001; Woodroffe, 2001). Al estudiar los efectos que han tenido el deterioro y colapso de los carnívoros, se ha obtenido una amplia evidencia de que los depredadores pueden estructurar comunidades acuáticas y terrestres (Terborgh *et al.*, 1999; Soulé *et al.*, 2001).

Las investigaciones sobre ecología de la nutria europea (*Lutra lutra*) se han incrementado debido a una reducción en sus poblaciones en extensas áreas y a que se considera una especie clave en los ambientes acuáticos. Estos estudios se han enfocado principalmente en la distribución y la dieta, aunque recientemente se han llevado a cabo estudios más detallados en aspectos como la relación depredador presa y la selección de las presas (Mason y Macdonald, 1986; Carss, 1995).

ESPECIES BIOINDICADORAS

El diseño de programas de monitoreo ambiental requiere de una cuidadosa consideración y selección de especies y procesos a ser estudiados. Si bien la biodiversidad tiene muchas dimensiones, estamos limitados en el número de parámetros y fenómenos que podemos medir o estudiar y se requiere una prontitud en las respuestas, es del uso común monitorear sustitutos (*surrogate*) tales como especies clave, insignia, paraguas e indicadoras. Alrededor del mundo hay una gran variedad de sustitutos, los cuales ayudan relacionando una especie con la biodiversidad

que la rodea. Esto significa que nos ayudan en la evaluación de los efectos causados por perturbaciones humanas en patrones ecológicos y procesos en áreas particulares dando información importante en la cual basar las decisiones de conservación y manejo (Simberloff 1988; Leader-Williams y Dublin, 2000; Medellín *et al.*, 2000; Soulé *et al.*, 2001). Los conceptos y definiciones de los siguientes cuatro tipos de especies enmarcan el presente estudio:

Especie clave: Especies cuyo impacto en su comunidad o ecosistema es más grande de lo que se esperaría por su abundancia. Estas especies se detectan por lo general cuando ya es demasiado tarde, pues han sido removidas o ya no se encuentran en ese ecosistema, como por ejemplo la nutria marina (*Enhydra lutris*) o el ratón de campo de california (*Microtus californicus*), por mencionar algunos (Simberloff, 1988; Heywood, 1995; Meffe y Carroll, 1997; Leader-Williams y Dublin, 2000).

Especie insignia: Son aquellas especies que son populares, carismáticas, especies que se convierten en símbolos de una campaña de conservación. Este carisma se ha concentrado en especies conspicuas como aves y grandes mamíferos; como el cóndor, el panda, los rinocerontes, que son especies visibles, y para bien o para mal el público expresa cariño por ellas. Debido a esta simpatía se obtienen apoyos financieros con mayor facilidad. En algunos casos estas especies pueden ser usadas también como especies paraguas, clave o indicadoras (Simberloff, 1988; Heywood, 1995; Meffe y Carroll, 1997; Leader-Williams y Dublin, 2000).

Especie paraguas: Especies cuyo ámbito hogareño es amplio y requieren que el hábitat esté inalterado para mantener una población mínima viable, esto significa que al considerar suficiente área para proteger esta especie, muchas otras especies resultaran también protegidas. Ejemplos de especies paraguas tenemos al oso pardo (*Ursus arctos*) o el jaguar (*Panthera onca*)

(Simberloff, 1988; Heywood, 1995; Meffe y Carroll, 1997; Leader-Williams y Dublin, 2000; Medellín *et al.*, 2002).

Especie indicadora o bioindicadora: Especies que actúan como indicador para toda la comunidad. Esta estrategia requiere proveer un hábitat apropiado para especies que se sabe que son sensibles a la fragmentación del hábitat, contaminación, o cualquier otro estrés que tenga un efecto negativo sobre la biodiversidad, y además debe ser posible monitorear sus poblaciones.

Profundizando en lo anterior, esto significa que todos los seres vivos están inmersos en rangos ambientales determinados que pueden definirse, por ejemplo, mediante valores de temperatura, humedad, oxígeno y abundancia de recursos alimenticios. Ningún organismo es totalmente versátil en cuanto a sus requerimientos ecológicos. Todos nos movemos dentro de márgenes ambientales distintos. Partiendo de esta premisa y conociendo cuáles son los requerimientos de una especie —su rango de tolerancia a distintos factores ambientales— es posible utilizarla como indicadora (Mason y Macdonald, 1986; Prenda, 1999). Idealmente un indicador debe ser (1) suficientemente sensible para proveer una advertencia temprana de algún cambio; (2) debe estar distribuido en un área geográfica extensa; (3) Ser capaz de proveer una valoración continua sobre un amplio rango de estrés; (4) relativamente independiente del tamaño de muestreo; (5) debe poder muestrearse fácil y económicamente, colectas, ensayo y/o cálculo; (6) capaz de diferenciar entre los ciclos naturales y/o aquellos producidos por la perturbación humana; y (7) ser relevante a fenómenos ecológicos significativos (Cook, 1976; Sheehan, 1984 y Munn, 1988; Simberloff, 1988; Heywood, 1995; Crosby, 1996; Meffe y Carroll, 1997; Leader-Williams y Dublin, 2000; Medellín *et al.*, 2000).

Dado que ningún indicador va a presentar todas estas características, los buenos indicadores deben tener por lo menos una distribución geográfica amplia y las técnicas de muestreo deben

ser efectivas y de bajo costo, además debe proporcionar resultados precisos de manera fácil (Noss, 1990; Medellín *et al.*, 2000). La evaluación de los efectos de la perturbación en los patrones y procesos ecológicos en áreas específicas rinde información importante que puede proveer la base para perfeccionar las decisiones de conservación y manejo (Noss, 1990; Medellín *et al.*, 2000). Hay una gran variedad de especies que han sido utilizadas como indicadoras. Podemos encontrar diferentes organismos que son especies indicadoras como son algas, líquenes, plantas acuáticas, insectos, peces de arrecifes pertenecientes a la familia Chaetodontidae, el cerdo pigmeo (*Sus salvanius*) de la India; *Carnegiea gigantea* (saguaro), murciélagos o *Lutra lutra* (nutria europea) por mencionar alguno. (Simberloff, 1988; Heywood, 1995; Crosby, 1996; Meffe y Carroll, 1997; Leader-Williams y Dublin, 2000; Medellín *et al.*, 2000).

Siendo la nutria un depredador y viviendo tanto en tierra como en agua, es totalmente dependiente de la salud del ambiente y es por esto que ha sido considerado como uno de los mejores bioindicadores del planeta (Mason y Macdonald, 1986; Yoxen, 2001). La nutria europea (*Lutra lutra*) es considerada como una especie indicadora de la contaminación de los ríos y lagos (Mason y Macdonald, 1986 y por Prenda Marin, 1999), así como a la nutria marina (*Enhydra lutris*) (Jarman *et al.*, 1996) y la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) (Schenck, 1996).

El ser humano ha perturbado las interacciones en las cadenas tróficas debido a la sobreexplotación de especies, particularmente de los depredadores, la introducción de especies exóticas, la destrucción y fragmentación del hábitat, así como por la modificaciones en los ciclos bioquímicos. Estas últimas afectan las interacciones predador-presa y tienen impactos subsecuentes en la abundancia poblacional, la estructura y diversidad de las comunidades y los procesos de los ecosistemas (Soulé *et al.*, 2001).

Como resultado de la actividad humana, la producción de nutrientes y materia orgánica que llega a las cadenas tróficas, altera abundancias e interacciones de especies de todos los niveles tróficos. En particular, las actividades industriales y agrícolas aportan a los sistemas terrestres y acuáticos por lo menos la misma cantidad de nitrógeno que todas las fuentes naturales combinadas (Vitousek *et al.*, 1997). Los compuestos nitrogenados que provienen de actividades industriales, agrícolas y aguas de mala calidad, alcanzan ríos, lagos y océanos a través de la descarga atmosférica y de corrientes subterráneas. Generalmente al aumentar la descarga de nitrógeno y fósforo se presenta como resultado un incremento extremo de la productividad primaria (eutroficación), decrece la diversidad biológica, y cambia la composición en la comunidad de plantas (Tilman, 1987; Soulé *et al.*, 2001). Aún sabemos muy poco acerca del impacto de diversas fuentes de contaminación sobre los ecosistemas naturales, cómo éstos varían a través del tiempo y del espacio así cómo sobre el aumento de la productividad dada por recursos agregados alteran la dinámica de las cadenas tróficas (Schindler, 1974; Tilman, 1987).

ABUNDANCIA RELATIVA

Rara vez somos capaces de enumerar a todos los individuos de una especie que habita en un área en particular. Por esto los métodos de conteo por métodos indirectos son muy usados en todo el mundo. La abundancia de las especies es una manera de medir y monitorear la salud del ecosistema, entender las causas y consecuencias de la variación en la abundancia y distribución de los organismos (Morin, 1999; Ricklefs y Miller, 1999).

La abundancia relativa es un estimado, en el cual el número que se obtiene no puede ser expresado como densidad o intensidad por área o por unidad del hábitat, sólo permite comparaciones en espacio o tiempo. Es especialmente útil en trabajos de distribución y, riqueza de especies, monitoreando cambios, evaluación del medio ambiente, para el registro de patrones en las actividades animales y en la investigación de la constitución de una población polimórfica

(Krebs, 1989; Lancia *et al.*, 1996; Ricklefs y Miller, 1999; Aranda, 2000; Southwood y Henderson, 2000). Generalmente se utiliza cuando el estudio se dirige a diferentes sitios de muestreo durante el mismo periodo de tiempo (Rudran *et al.*, 1996). Y las razones por las cuales es empleada en general dependen de la facilidad o dificultad para observar y censar a la especie que se estudia, y esto se relaciona con los hábitos, tamaño, facilidad de captura o algún otro atributo de la especie (Ricklefs y Miller, 1999; Aranda, 2000).

La característica sobresaliente de todos los métodos de medición de la abundancia relativa es que dependen de la recolección de muestras que presentan alguna relación más o menos constante (conteo de excretas, huellas, sonidos, madrigueras, observación directa), pero conocida respecto del tamaño total de la población, y durante un periodo de tiempo y área conocidos (Davis y Winstead, 1980; Krebs, 1985; Nichols y Conroy, 1996; Aranda, 2000).

Generalmente un índice de abundancia es un conteo que se obtiene en el campo y brinda información acerca de la población. El incremento en el índice se correlaciona directamente con un incremento en el tamaño de la población y decrece cuando la población disminuye (Nichols y Conroy, 1996).

Puede deducirse por tanto que, aunque indirectamente, un mayor número de excretas, rastros, madrigueras o sonidos puede deberse a una mayor densidad o abundancia de la especie en particular que se esté estudiando. En este caso, para las nutrias se ha utilizado el número de excretas; pero debe quedar claro que en ningún caso el número de excretas puede correlacionarse directamente con un número de individuos determinado (Prenda-Marin, 1999).

MÉTODOS INDIRECTOS

Los métodos indirectos han sido utilizados para identificar la presencia de especies, para estudios sobre los hábitos alimenticios, estimaciones de abundancia, parámetros poblacionales, uso de hábitat y estudios conductuales (Wemmer, 1996; Aranda, 2000).

Cualquier rastro dejado por un animal puede ser identificado hasta nivel de género, en algunas ocasiones a nivel de especie, para poder ser utilizado en cualquiera de los estudios arriba mencionados.

Las excretas de los mamíferos se pueden encontrar en casi cualquier lugar, pero muchas especies, en particular los carnívoros, dejan sus heces en lugares predecibles, como serían caminos, objetos elevados o lugares prominentes. A estos lugares se les denomina letrinas o sitios de marcaje, ayudando a los individuos a marcar y delimitar su territorio. Algunas especies habitualmente defecan en lugares particulares, como letrinas, que pueden ser utilizadas por un solo individuo o por varios individuos (Putman, 1984; Spinola y Vaughan, 1995a; Wemmer *et al.*, 1996). En el caso de las nutrias las letrinas presentan un fuerte olor a pez que mezclado con la orina y las heces, hacen que el olor sea poco placentero y fácil de identificar desde la distancia (Rosas, 1999). El uso de rastros es importante dado que hay animales difíciles de observar o capturar y de actividad principalmente nocturna como es el caso de *Lontra longicaudis*. No obstante es fácil detectarlas por su costumbre de marcar el territorio con excremento, que suelen depositar en sitios prominentes. En esta tesis se utilizaron las excretas para tres propósitos, abundancia relativa, hábitos alimenticios y uso de hábitat.

ECOLOGÍA DE LOS CARNÍVOROS

Los carnívoros son criaturas que viven frecuentemente en sistemas sociales complicados en los cuales el orden se mantiene por la transmisión de información entre los individuos. Algunos de los métodos de transmisión de información son visuales, o por medio de sonidos, pero la señal más frecuentemente utilizada es la del olor. La comunicación olfativa tiene ventajas sobre los otros signos. Puede ser usado cuando los métodos de transmisión de información son visuales o auditivos son difíciles de detectar, por ejemplo de noche, o bajo la tierra, o dentro de una vegetación densa. Los olores pueden ser depositados en el ambiente como marcas olfativas que

proveen una relación espacial e histórica de los movimientos y comportamiento del individuo. Como signos, las marcas olfativas tienen la propiedad de permanecer activos por un largo periodo. Excretas, orina y secreciones glandulares son usadas ampliamente como marcaje por todas las familias de carnívoros. Las excretas y la orina son generalmente depositados en lugares prominentes y frecuentemente visitados utilizados como marcadores olfativos. El marcaje por excretas tiene varias funciones sociales como es la de identificación de los individuo, estado reproductivo, territorio e información temporal, como sería por ejemplo información sobre un sitio de forrajeo, advirtiéndolo a otros individuos que eviten esa área de forrajeo en la cual otro individuo recientemente se ha alimentado. La nutria europea por ejemplo, deposita sus excretas a la altura de su nariz en objetos prominentes, que se encuentre a través de su ámbito hogareño. Estos objetos prominentes son utilizados recurrentemente por las nutrias, incluso a través de generaciones. A estos se les conoce con el nombre de letrinas (Gorman y Trowbridge, 1989).

El número y la distribución de las heces o de los sitios de marcaje de las nutrias han sido ampliamente utilizados para monitorear sus poblaciones, reconociendo la utilidad de esta metodología para determinar la distribución y uso de hábitat de las nutrias (Jefferies, 1986; Mason y Macdonald, 1987; Spinola y Vaughan, 1995a).

Sin embargo, en la mayoría de los casos no es sólo la presencia de una especie lo que nos sirve de indicador, sino su abundancia. Siempre es posible localizar individuos aislados de una determinada especie fuera de su hábitat óptimo, incluso en condiciones muy alejadas de él. Si además de la mera presencia tenemos en cuenta una medida de la abundancia, entonces es posible afinar mucho más el valor como indicador de un organismo. Es importante tener en cuenta esta diferencia entre presencia y abundancia a la hora de interpretar el concepto de bioindicador (Prenda-Marín, 1999).

HÁBITOS ALIMENTICIOS

Los hábitos alimenticios se definen como el alimento ingerido por uno o más individuos de la misma especie durante una cierta estación o periodo de tiempo en un área geográfica dada. Son característicos para una especie y son expresados como porcentajes de la dieta total, como frecuencia (porcentaje de las muestras que contienen ese elemento de alimento) o en raros casos por el peso de cada alimento en la dieta (Cooperrider *et al.*, 1989).

La dieta de los depredadores ha sido evaluada generalmente examinando las heces, o el contenido estomacal y regurgitaciones. Las heces y regurgitaciones tienen la ventaja de que se pueden encontrar a lo largo del año y pueden ser colectados sin lastimar o interferir con la especie estudiada. Las heces de la mayoría de las especies pueden ser identificadas por su tamaño, forma, composición y olor (Murie, 1974; Rosas, 1999; Aranda 2000). Dentro de las excretas se encuentran estructuras que resisten los jugos gástricos como escamas de peces y reptiles, huesos, dientes, otolitos o piedra auricular, (cristales de carbonato de calcio que forman una “piedra” que se encuentra en el oído de los peces), exoesqueleto de crustáceos e insectos, plumas de aves, conchas de moluscos y pelo (Carss, 1995; Kruuk, 1995; Wemmer *et al.*, 1996; Helder-José, 1997; Aranda, 2000). Aun así, los análisis de excretas de algunos carnívoros se podrían ver sesgados si no se cuenta con datos que abarquen un período largo de estudio (Litvaitis *et al.*, 1996). Podemos encontrar restos de una sola presa en distintas excretas, por lo tanto el análisis de la presencia de restos de presas en las heces para conocer la dieta de un depredador puede en algunos casos subestimar o sobreestimar el consumo de las presas. Además debemos pensar que hay presas que se digieren totalmente, y por lo tanto no encontraremos rastro de ellas en las excretas, como por ejemplo los bivalvos (Spinola y Vaughan, 1995b; Kruuk, 1995).

El análisis fecal tiene las siguientes ventajas: (1) Relativamente rápido y económico para una descripción básica de la dieta; (2) Puede suplir otro tipo de observaciones; (3) Útil para

propósitos de comparación. Pero también presenta las siguientes desventajas: (1) Puede ser difícil coleccionar una muestra adecuada; (2) La identificación del pelo puede ser difícil algunas veces; (3) Los datos sólo pueden ser analizados como presencia – ausencia (Mills, 1996).

NUTRIA

ANTECEDENTES

Treinta especies de nutrias habitan el planeta. Se encuentran en todos los continentes excepto en la Antártida y Australia. Las nutrias son una de las víctimas del siglo XX, con muchas de sus poblaciones decayendo o vulnerables (Yoxen, 2001). Debido a que son organismos estrechamente ligados al ambiente acuático, siendo gráciles nadadoras, los efectos directos causados por el hombre sobre este ambiente han sido severos para las poblaciones de nutrias, y de estos efectos los indirectos como la contaminación por dar un ejemplo, parecen ser los más importantes. Las nutrias representan, sin duda, un ejemplo claro de porqué el trabajo para la conservación de las especies es en general tan necesario. Por un lado, son sensibles a los cambios de la calidad del agua, a cadenas acuáticas alimenticias y a cambios en el hábitat terrestre adyacente al agua. La disminución resultante en sus poblaciones es cuestión de alarma, porque ello representa una deficiente calidad del agua (Rabb, 1990).

Las nutrias se encuentran en océanos, ríos, lagos, pantanos, donde existe agua limpia de buena calidad, vegetación ribereña no perturbada y un buen suministro alimenticio. Las nutrias son indicadores de la salud de los ambientes acuáticos en varios países (Inglaterra, España, Dinamarca, EUA y Canadá). Las nutrias no son solamente susceptibles a los contaminantes presentes en un río, sino que además este problema se agrava dado que la nutria pertenece al nivel superior de la cadena alimenticia, y se ve envenenada al consumir presas afectadas por la contaminación ocasionada por perturbaciones y aportaciones tales como metales pesados,

compuestos organoclorados como los PCB y plaguicidas de esos mismos ríos (Foster-Turley, 1990 y 1992; Blundell *et al.*, 2002).

Un mundo sin nutrias representa un mundo sin ríos de aguas limpias, peces y cangrejos y con vida acuática alterada. Identificando las amenazas y dando los pasos necesarios para vencer dichas amenazas, podemos trabajar para conservar algunas de las zonas inundables y algunas vías fluviales del mundo (Foster-Turley, 1990).

GENERALIDADES

En México existen tres especies de nutria, *Lontra longicaudis*, *Lontra canadensis* y *Enhydra lutris*. *Lontra longicaudis* está presente desde el noroeste de México hasta Uruguay, Paraguay y a través del norte de Argentina (Hall, 1981; Chehébar, 1990 y Larivière, 1999). En México habita ambas planicies costeras, principalmente en regiones neotropicales; abarcando hábitats desde el nivel del mar, hasta los 1700 metros de altitud (Gallo, 1989 y 1997), pero se ha encontrado arriba de los 3000 metros, en Costa Rica y Argentina (Emmons, 1990; Reid, 1997; Eisenberg y Redford, 1999).

Lontra longicaudis pertenece al orden Carnivora, familia Mustelidae, subfamilia Lutrinae. El género *Lontra* incluye cuatro especies: *L. canadensis*, *L. felina*, *L. longicaudis* y *L. provocax* (Wozencraft, 1993). A pesar de las distintas opiniones de Pohle (1920), Cabrera (1957) y Harris (1968) se reconocen tres subespecies *L. longicaudis annectens*, *L. longicaudis enudris* y *L. longicaudis platensis*. Las nutrias forman una de las dos mayores radiaciones dentro de los mustélidos, una de las familias más diversas dentro de los carnívoros (Carss, 1995).

Habita en áreas que cumplan con ciertos requisitos ambientales: entre los cuales está una amplia vegetación riparia (Jenkins y Burrows, 1980; Toweill y Tabor, 1982; Bas *et al.*, 1984; Redford y Eisenberg, 1992; Bertonatti y Parera, 1994; Spinola y Vaughan 1995a; Mason, 1995; Gallo, 1997) ríos y lagos permanentes y fuentes de alimento todo el año (Spinola y

Vaughan 1995a; Mason, 1995). Los ríos y arroyos deben presentar un flujo rápido y constante de aguas claras (Emmons, 1990; Larivière, 1999). Las nutrias se pueden encontrar tanto en zonas ribereñas, bosques deciduos o tropicales, sabanas, como en llanos y pantanos en climas templados y fríos (Emmons, 1990).

La mayoría de los carnívoros, incluyendo a las nutrias, son principalmente solitarios. En general no cooperan con otros organismos de su misma especie, excepto cuando se aparean (Sandell, 1989); salvo *Pteronura brasiliensis*, *Aonyx cinerea*, por mencionar algunas que son altamente sociables (Eisenberg, 1989; Foster-Turley, 1992). Sin embargo, interactúan regularmente y “solitarias” no es contrario a “sociables” (Leyhausen, 1965). Las nutrias son animales retraídos, de actividad principalmente nocturna (Prenda Marin, 1999). La nutria neotropical es un depredador ubicado en el nivel trófico más elevado de los ambientes acuáticos tropicales. Su amplia distribución geográfica las obliga a ocupar diversos tipos de hábitats y que presente una modalidad alimenticia generalista (Spinola y Vaughan, 1995b). La nutria neotropical es versátil, tolera cierto nivel de modificaciones ambientales, y puede ocupar áreas cercanas a asentamientos humanos, siempre y cuando estas áreas cumplan con ciertos requisitos ambientales (Macdonald y Mason, 1992; Bertonatti y Parera, 1994). Podemos encontrar una gran abundancia de estos organismos en áreas con extensos sistemas acuáticos baja contaminación orgánica y química, así como una baja densidad humana (Blacher, 1987; Bardier, 1992). La nutria vive en madrigueras que ella misma cava (Eisenberg 1989; Eisenberg y Redford, 1999) aunque según otros autores también habita en madrigueras construidas por otros animales o utiliza refugios naturales como huecos entre rocas o en árboles (Gallo, 1989; Pardini y Trajano, 1999; Aranda, 2000).

La nutria neotropical se alimenta principalmente de peces (Kruuk, 1995), siendo los crustáceos y moluscos importantes en algunas áreas (Melquist, 1984, y Vaughan, 1995a; Bardier, 1992). Insectos, pequeños mamíferos, aves, reptiles y anfibios son consumidos

ocasionalmente (Gallo, 1989; Helder-José y Andrade, 1997; Aranda, 2000). Los peces de los cuales se alimenta son principalmente de la familia Cichlidae, Anostomidae y Pimelodidae (Spinola y Vaughan, 1995b).

Las nutrias neotropicales parecen ser una de las especies evolutivamente más exitosas en cuanto a la adaptación al medio dulceacuícola, en México se encuentran presentes en todo tipo de hábitat acuático, incluso en lagunas costeras (Reid, 1997); con excepción del estrictamente marino (Gallo, 1987). A pesar de esto es una especie poco estudiada y de la que se conoce muy poco (Kruuk, 1995).

A nivel del ecosistema, esta especie desempeña una función importante en el equilibrio biológico, es un depredador ubicado en el nivel trófico superior de los ambientes acuáticos, ejerciendo una depredación especializada sobre una vasta gama de animales (Spinola, 1994; Staib y Schenck, 1994).

Esta especie está incluida en el apéndice I de la Convención Internacional de Especies en Peligro de Extinción de Flora y Fauna (CITES, por sus siglas en inglés) listada como en peligro por el acta de especies en peligro de los Estados Unidos (US-ESA) (Emmons y Feer, 1990), como vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Foster-Turley, 1990; Hilton-Taylor, 2000). En la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) se encuentra como amenazada lo que coincide con Ceballos y Navarro (1991).

EL AGUA EN MÉXICO Y EN EL MUNDO

A nivel mundial, la problemática del agua cada vez cobra mayor relevancia. La cantidad de agua que hay en la Tierra alcanza los 1,385 millones de km³. Sin embargo, menos del 3% de esta cantidad de agua es agua dulce y de este el 0.3% es agua superficial. Actualmente existen más de 28 países que se pueden considerar con problemas de escasez de este recurso. La demanda de

agua continúa creciendo como consecuencia del incremento poblacional. Del total de agua dulce utilizada en el mundo se estima que el 65% se destina para riego agrícola, el 25% para la industria y el 10% para consumo doméstico, comercial y otros servicios urbanos. Mil cuatrocientos millones de personas viven sin agua potable para consumo doméstico. La mitad de los ríos del planeta se encuentran contaminados y dado esto 7 millones de personas mueren al año por enfermedades relacionadas con este recurso (www.pearson-research.com/espanol/informacion-al-frames.shtml). En México, el 4% del territorio continental son ríos y lagos y presenta una disponibilidad per cápita de 5,000 m³ por año por habitante. México cuenta con una población cercana a los 100 millones de habitantes; y tiene una tasa de crecimiento poblacional del 1.4% anual (1995-1997), mostrando un claro descenso en el ritmo de crecimiento. Presenta rezagos en materia de bienestar social y desarrollo económico, por lo que debe ser sumamente cauteloso en el manejo y preservación del agua de que se dispone. Aproximadamente el 83% del volumen total de agua se destina al riego, 12% al abastecimiento de agua para uso doméstico, el 3% para uso industrial y el 2% restante para la acuacultura. El 68% de las aguas superficiales presentan problemas de contaminación provocado por descargas de aguas residuales sin tratamiento (<http://www.pearson-research.com/espanol/informacion-al-frames.shtml>; <http://sgp.cna.gob.mx/>; <http://www.centrogeo.org.mx/CiberAtlas/Chapala/paginas%20sueltas/introduccion/intro.htm>).

En general, los ambientes de agua dulce tienen niveles relativamente altos de nutrientes, en comparación con los ambientes marinos, a excepción de las zonas costeras que tiene un gran aporte de nutrientes, así como niveles mas elevados de materia orgánica proveniente de la tierra que los circunda. El volumen de los cuerpos de agua dulce es relativamente pequeño. Esto significa que la contaminación con sustancias tóxicas es un gran problema (Varnam *et al.*, 2000). A pesar de que existe normatividad, para controlar el aporte de las descargas de aguas residuales hacia aguas limpias, se observa alteración de tipo precaria agrícola, doméstico e

industrial por aguas residuales que puede causar considerables problemas. Como por ejemplo la ganadería que influye como una fuente potencial de bacterias fecales y patógenos (Fernández-Álvarez *et al.*, 1991). En México los desechos industriales vertidos contienen plomo, aluminio y zinc en niveles tres veces mayores a los permitidos para una buena calidad del agua (Gallo, 1991).

La Ley de Aguas Nacionales, en el artículo 48 sobre uso agrícola, menciona que:

Los ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios, así como los ejidos, comunidades sociedades, y demás personas que sean titulares o poseedoras de tierras agrícolas, ganaderas o forestales dispondrán del derecho de explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieren concesionado en los términos de la presente Ley.

Y la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-ECOL-1996) establece los límites máximos permisibles de contaminantes en la descarga de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas, pero sólo se consideran dentro de los contaminantes biológicos a los coliformes fecales y huevos de helmintos. Se consideran contaminantes químicos aquellos que puedan producir efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente. También contamos con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua en la cual se presentan una serie de lineamientos de calidad de agua, para diferentes usos entre los que encontramos:

1. Fuente de abastecimiento para uso público urbano
2. Riego agrícola
3. Protección a la vida acuática: Agua dulce, incluye humedales (CNA, 2001).

El grupo coliformes consiste en varias bacterias pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae. Las bacterias que caracterizan este grupo son bacterias anaerobias facultativas y gram-negativas.

Las bacterias coliformes fecales totales son un conjunto de microorganismos que viven en grandes números en el intestino humano o en intestinos de animales homeotermos. Se ingieren con los alimentos. Un subgrupo de estos microorganismos en este conjunto, y el miembro más conocido, es la bacteria *Escherichia coli*. Estos microorganismos crecen a 37°C y están asociados únicamente con heces provenientes de animales de homeotermos. Este conjunto de bacterias pueden causar enfermedades o indicar que otro organismo patógeno esta presente en el agua.

La presencia de bacterias coliformes fecales en ambientes acuáticos indican que el agua ha sido contaminada con materia fecal humana o de otros animales. Para cuando esto ocurre, el agua puede estar ya contaminada con patógenos. La presencia de indicadores bacterianos muestran un riesgo potencial para la salud para aquellos individuos expuestos a esta agua (Clesceri L. S. *et al.*, 1998; <http://www.state.ky.us/nrepc/water/wcpfcol.htm>; Varnam *et al.*, 2000).

CONTAMINANTES QUÍMICOS

Es posible distinguir dos fuentes de contaminantes químicos. Los primeros son los cambios en la calidad del ambiente que son debido a causas naturales, tales como erupciones volcánicas, la caída de ceniza proveniente de incendios forestales, erosión natural, afloramientos minerales. Y los segundos son contaminantes producidos por la actividad humana que se producen en grandes cantidades a una mayor velocidad, como es el caso de la agricultura que es una de las causas de mayor emisión de contaminantes (Novotny y Olem, 1993). Tanto las fuentes de contaminación naturales como las de origen antropogénico pueden tener el mismo impacto negativo en el agua. La calidad de agua y la contaminación se determinan y se miden comparando parámetros físico-químicos y biológicos incluyendo microbiológicos.

El nitrógeno es uno de los elementos más abundantes en la naturaleza. El nitrógeno inorgánico puede existir como gas N_2 , como nitrato NO_3^- , nitrito NO_2^- , o como amonía NH_3^+ .

Pero el impacto de este compuesto es importante, ya que puede causar la reducción de oxígeno en el agua. Y aquellos organismos que dependen del suministro de oxígeno disuelto en el agua morirán. Los responsables de contaminar los cuerpos de agua con nitrógeno, son los desechos municipales e industriales, fosas sépticas y desperdicios animales. El exceso de fertilizantes inorgánicos (fosfatos y nitratos solubles), procedentes de campos cultivados, provocan un crecimiento excesivo de algas, y la posterior eutroficación de ríos y lagos (Varnam *et al.*, 2000; <http://www.state.ky.us/nrepc/water/wcpfcol.htm>).

LOS CONTAMINANTES Y LAS NUTRIAS

La evidencia sugiere que la disminución de las poblaciones de nutria en Inglaterra y otras naciones europeas desde el siglo XIX, pero principalmente a partir de 1950, se debe a la contaminación. La desaparición de las nutrias en varios ríos europeos coincide con la utilización de compuestos organoclorados como insecticidas en la agricultura, y varias de estas sustancias fueron encontradas en los tejidos de nutrias muertas (Kruuk, 1996).

Algunos contaminantes reducen la cantidad de alimento disponible para las nutrias. En Inglaterra es de particular preocupación el deterioro de los ríos debido a los afluentes provenientes de las granjas, como el dieldrin, que es un plaguicida utilizado en la agricultura y es uno de los causantes de la disminución de las poblaciones de nutria en Europa. Los compuestos que han sido hallados en nutrias muertas (Mason, 1989) son: compuestos como el BPC provenientes de la industria eléctrica, organofosforados, plaguicidas organoclorados (DDE) (que es el producto de la descomposición del DDT), dieldrin, lindano y mercurio. La mayoría de los compuestos analizados no presentaron concentraciones elevadas que tuvieran efectos letales o sub-letales en mamíferos y aves. Así, de todos los compuestos analizados, sólo el BPC y el mercurio tienen efectos negativos sobre las nutrias. Jensen, en 1977, encontró que el BPC tiene efectos sobre la reproducción en hembras de *Mustela vison* (encontrándose en

concentraciones mayores de 50 ppm en el hígado). Se cree que este compuesto es el principal causante de la disminución de las poblaciones de nutrias en Inglaterra y en otras partes de Europa (Mason, 1989; Mason y Macdonald, 1993). El mercurio por otro lado es un metal que se va acumulando en el cuerpo y se puede correlacionar la concentración de mercurio con la edad de las nutrias. Los experimentos de O'Connor y Nielsen (1981) muestran que un nivel de 33 ppm de mercurio en el hígado es letal para *L. canadensis*.

La mayoría de los contaminantes son bioacumulables, esto es, se observa una mayor concentración de contaminantes en las especies que se encuentran en niveles superiores de la cadena trófica. (Chanin *et al.*, 1978; Mason, 1985; Mason y Macdonald, 1987). Un punto importante es el papel que juegan los contaminantes en la mortalidad de las nutrias pero hay que considerarlo junto con otros efectos, tales como la disponibilidad de presas y el reclutamiento de nuevos individuos a la población de nutrias, también actúan indirectamente al afectar el número de presas (Kruuk, 1996).

Aún sabemos poco acerca de qué compuestos específicos son responsables de la desaparición de las nutrias. Las posibilidades son muchas (Mason y Macdonald, 1986; Mason, 1989; Kruuk, 1996). Considerando estos antecedentes se decidió iniciar este estudio para evaluar de manera preliminar la relación entre las nutrias y la perturbación antropogénica, en el lindero sureste de la Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, México.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Conocer la abundancia relativa y dieta de *Lontra longicaudis* en arroyos perturbados y no perturbados de la Selva Lacandona, Chiapas, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- I. Comparar la abundancia relativa de *Lontra longicaudis* entre dos arroyos conservados y dos perturbados.
- II. Conocer el origen y el nivel de la contaminación (orgánica y/o química) en los arroyos de la Selva Lacandona.
- III. Evaluar la relación que existe entre la contaminación orgánica y la abundancia relativa de *Lontra longicaudis*.
- IV. Conocer la dieta de *Lontra longicaudis* en la región de la Selva Lacandona, Chiapas, México.
- V. Comparar la dieta de *Lontra longicaudis* entre dos arroyos conservados y dos perturbados.

HIPÓTESIS

1. **Ho:** Si la abundancia relativa de *L. longicaudis* no está relacionada con el grado de perturbación humana en los arroyos, entonces:

- La abundancia relativa de la nutria será semejante entre arroyos perturbados y no perturbados.

Ha: Si la abundancia relativa de *L. longicaudis* está relacionada negativamente con el grado de perturbación humana en los arroyos, entonces:

- La abundancia relativa de la nutria será mayor en arroyos no perturbados que en arroyos perturbados.

2. **Ho:** Si existe una relación entre el número de coliformes y el grado de perturbación de un arroyo, entonces:

- Encontraremos un mayor número de coliformes en arroyos mas perturbados.

Ha: Si no existe un a relación entre el número de coliformes y la perturbación de los arroyos, entonces:

- Encontraremos que no existen diferencias el número de coliformes entre arroyos perturbados y no perturbados

3. **Ho:** Si la abundancia relativa de *L. longicaudis* no esta relacionada con un mayor número de colonias de coliformes totales, entonces

- La abundancia relativa será igual en los arroyos perturbados y no perturbados.

Ha: Si la abundancia relativa de *L. longicaudis* está relacionada con un mayor número de colonias de coliformes totales (contaminación orgánica), entonces:

- La abundancia relativa de *L. longicaudis* será menor en los arroyos perturbados que en los no perturbados.

4. **H₀:** No habrá diferencias entre la diversidad (H') de la dieta de *L. longicaudis* entre arroyos no perturbados y perturbados.

H_a: La dieta de *L. longicaudis* será más diversa (H') en los arroyos no perturbados que en los perturbados.

ÁREA DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN

La Selva Lacandona pertenece al mayor remanente de bosque húmedo tropical en Norteamérica y se localiza en el este del Estado de Chiapas. El bosque originalmente ocupaba un área de 1.5 millones de hectáreas, en su mayor parte bosque húmedo tropical. Este formaba un corredor continuo a través de la Península de Yucatán, Chiapas, Tabasco, Oaxaca, Veracruz y Puebla. Desde 1950 más de la mitad de este tipo de vegetación ha sido destruido. Actualmente el bosque en el Estado de Chiapas ocupa alrededor de 500,000 hectáreas, y permanece conectado al Petén Guatemalteco (Herrera-MacBryde *et al.*, 1997; Medellín, 1991 y 1996). La Selva Lacandona está delimitada por la planicie del Estado de Tabasco y el río Usumacinta en el norte, la frontera con Guatemala por el sur, el río Salinas por el este y los Altos de Chiapas por el oeste (Mendoza y Dirzo, 1999). Esta selva es importante ya que presenta una alta diversidad biológica, y herencia cultural, además de desempeñar una función como unidad hidrológica y muy posiblemente como regulador climático (Medellín, 1991).

En 1978 parte de esta área fue decretada Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), con una extensión de 331,200 ha. Se localiza en los Municipios de Ocosingo y Las Margaritas, entre los paralelos 16° 06' a 16° 49' de latitud norte y meridianos 90° 45' a 91° 30' de longitud oeste (Diario Oficial de la Nación, 1978; Herrera-MacBryde *et al.*, 1997). Un año después formó parte de la Red Internacional del Programa de la Biosfera y el Hombre (MAB-UNESCO) (SEMARNAP-CONABIO, 1995).

La estación biológica Chajul (latitud 16° 7' N, longitud 90° 56' O, 120 msnm) (Medellín *et al.*, 2000) se ubica en el extremo sur de la reserva, próxima a la comunidad del mismo nombre, dentro del municipio de Ocosingo, en el este del Estado de Chiapas.

El río Lacantún es el borde más sureño de la reserva y al sur de éste se forma un complejo mosaico de hábitats inducidos por perturbaciones humanas (Medellín, 2000), en la actualidad el potrero es el tipo de conversión de hábitat más extendido de la selva (SEMARNAP-CONABIO, 1995). [Figura 1. Mapa de la Reserva Integral de la Biosfera de Montes Azules].

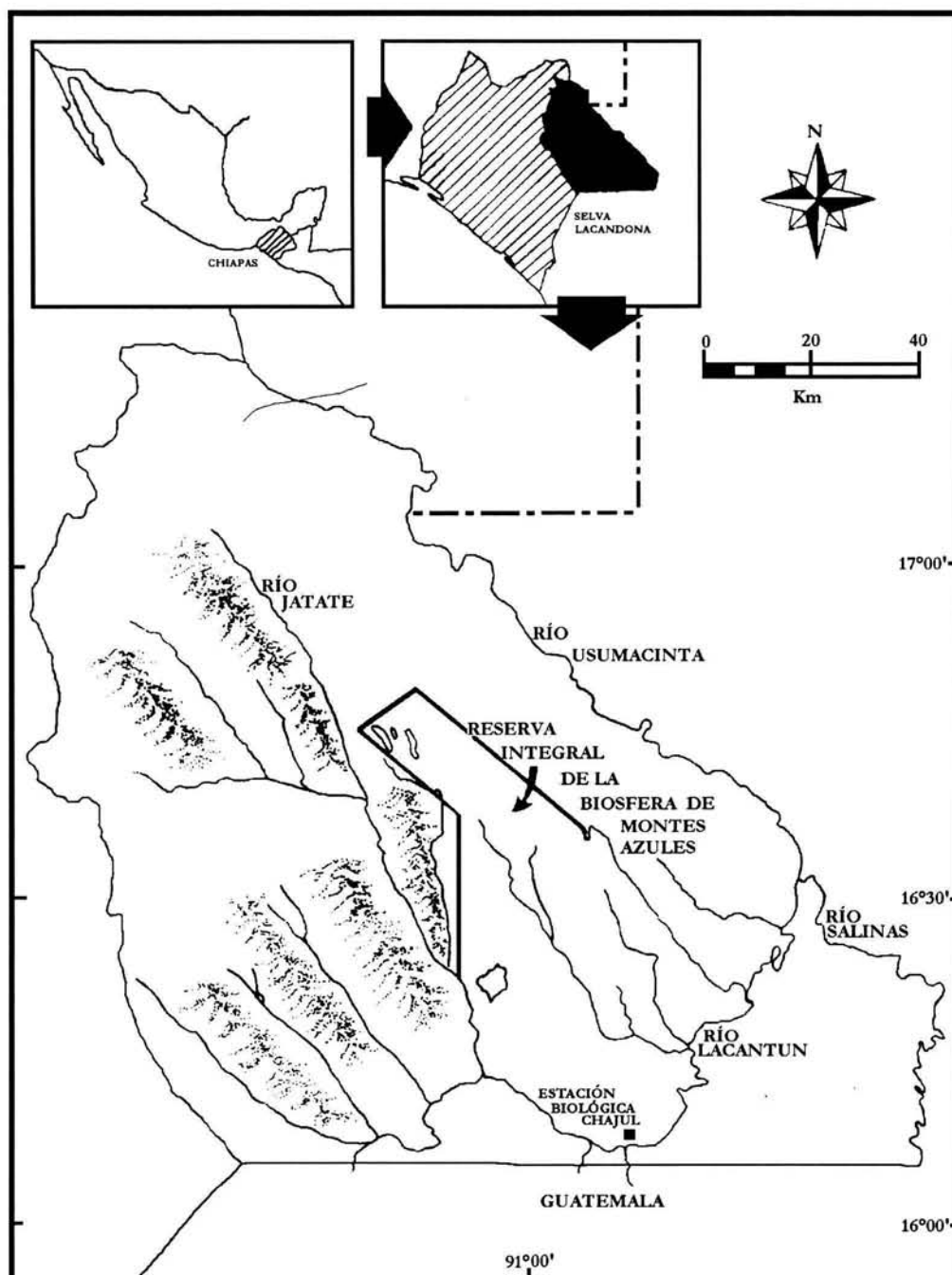


Figura 1. Mapa de la Reserva Integral de la Biosfera de Montes Azules (Medellín, 1992).

HIDROLOGÍA

Esta zona pertenece a la cuenca del Golfo, misma que se divide en dos subcuencas: la red fluvial del río Grijalva y del río Usumacinta, ambos contienen una tercera parte del agua dulce de México (Meave del Castillo, 1983). Estas subcuencas están constituidas por tres sistemas endorreicos de la Meseta Lacandona y el tercero es el sistema de red del río Usumacinta y Lacantún (De la Maza y De la Maza, 1991).

La cuenca del Usumacinta cubre la parte occidental y septentrional de Guatemala, el este y noreste de Chiapas y la mitad oriental de Tabasco. Este sistema es el primero, entre los de México y Guatemala, por el volumen y la navegabilidad de sus corrientes. Su corriente principal la constituye el río Usumacinta, el cual está formado por la confluencia de dos grandes ríos guatemaltecos, el Salinas y el Pasión, y poco después por el considerable caudal de otro importante río en territorio mexicano, el Lacantún. Doscientos kilómetros más abajo, el río Usumacinta recibe su segundo gran afluente, el río San Pedro Mártir. [Figura 2. Mapa de la cuenca del Usumacinta (De Vos, 1988)].

El río Lacantún está formado sobre todo por las aguas del río Jataté, que baja del Noroeste, por las vertientes meridionales y orientales de las serranías de Ocosingo, engrosado progresivamente por el río Santa Cruz, el río Tzaconejá, el río Perlas, el río Azul y el río Santo Domingo antes de entrar en el cañón del Colorado; al salir del cañón recibe el nombre de río Lacantún. Un poco más abajo, recibe por su margen derecha las aguas de los ríos Ixcán y Chajul, dos corrientes que bajan de sur a norte por las vertientes septentrionales de la gran Sierra de los Altos Cuchumatanes. En su margen opuesta, se encuentran después dos ríos que nacen en el corazón de la Selva Lacandona, el río Tzendales y el río Lacanjá. La cuenca del río Lacantún describe así una inmensa curva, bajando primero desde el noroeste y dirigiéndose después hacia el sureste. Con sus innumerables afluentes y arroyos, baña toda la parte sur de la Selva Lacandona (De Vos, 1988).

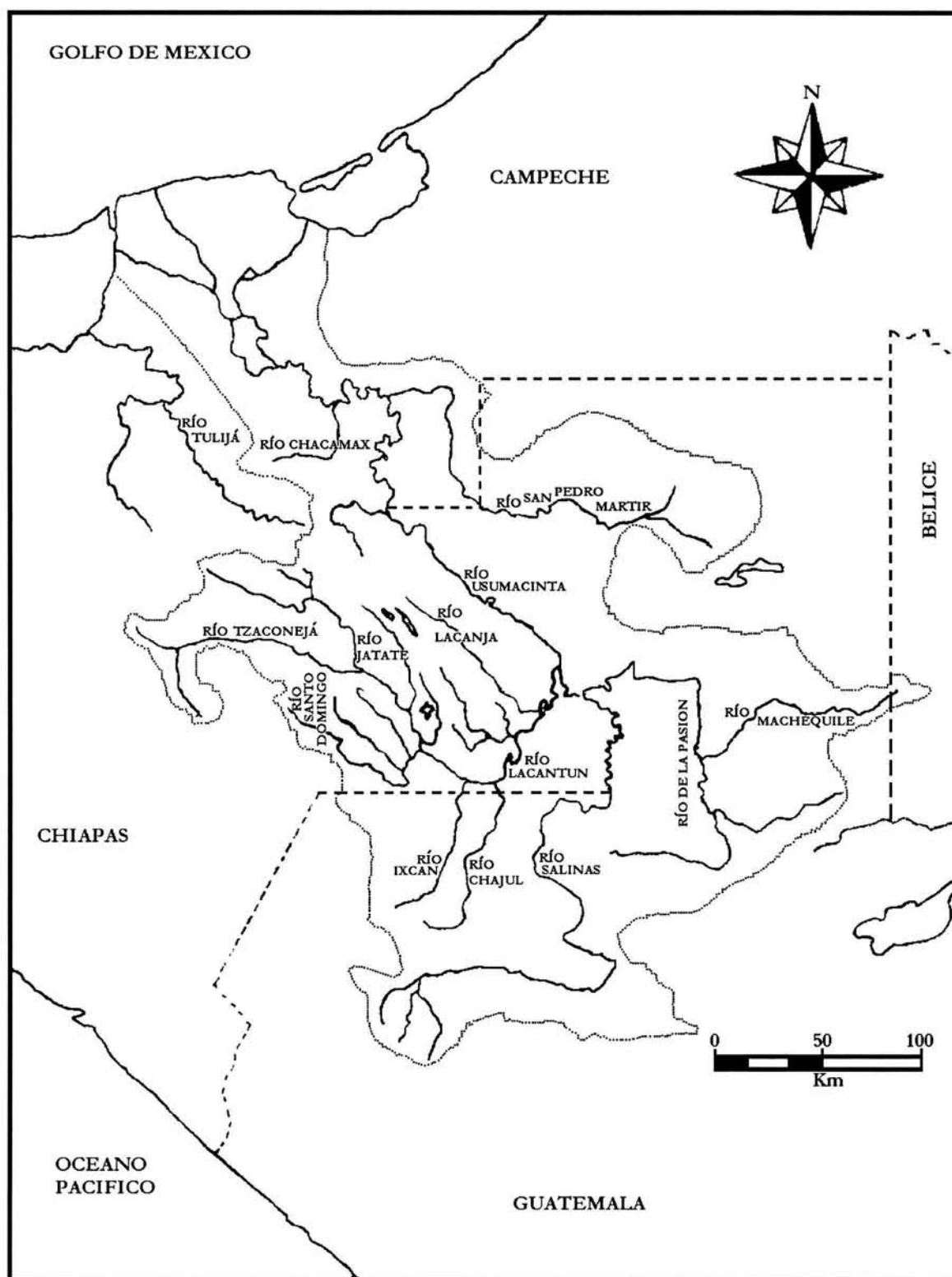


Figura 2. Mapa de la cuenca del Usumacinta (De Vos, 1988).

La importancia hidrológica de la Selva Lacandona se debe a que seis grandes ríos atraviesan la región de noroeste a sureste. Todos desembocan en el río Lacantún, que con su amplio cauce de hasta 250 metros de ancho, corre hacia el noroeste para unir sus aguas con el río Salinas, formando así el río más grande de México —el Usumacinta— que lleva un promedio de 59,000 millones de metros cúbicos de agua al año hacia el Golfo de México (Medellín, 1991; INEGI, 1990).

La deforestación se origina en los ríos y arroyos que fluyen por la selva produciendo la reducción y eventualmente la desaparición de los caudales (Medellín, 1991). En esta zona se estima que se ha perdido en un periodo de 17 años un total de 19.327 ha. La pérdida de selva se ve más acentuada en zonas cercanas a asentamientos humanos (Mendoza y Dirzo, 1999).

CLIMA

El clima predominante en esta zona es cálido-húmedo a templado subhúmedo en relación con la altitud y la exposición a los vientos. De acuerdo con el sistema climático de Köppen se trata de un clima Amw" (i')g, típico de las zonas húmedas tropicales del país (García, 1964); se caracteriza por presentar una temperatura media anual superior a los 22° C y una temperatura del mes más frío de más de 18° C, con un régimen de lluvia de verano con influencia del monzón. La canícula se presenta durante la sequía interestival (julio-agosto) que se da en la temporada más húmeda, en la mitad caliente y lluviosa del año (SEMARNAP-CONABIO, 1995).

La precipitación fluctúa de 2500 a 3500 mm (Gómez-Pompa *et al.*, 1994), con un promedio anual de 2963 mm. La temporada de lluvias va de finales de mayo a diciembre. Durante este período se reporta el 91% de la precipitación, siendo septiembre el mes de mayor precipitación. La época seca comprende cuatro meses: inicia en enero y termina en abril, el mes más seco es marzo. Los datos climáticos del área provienen de un promedio de 10 años (1982-1991) de

mediciones tomadas de la Estación Climatológica de Chajul a cargo de la Comisión Internacional de Límites de Aguas (CILA).

Los vientos dominantes en esta zona provienen de las montañas ubicadas al norte de la Mesa Central de Chiapas, y el viento se dirige a las zonas relativamente más bajas (SEMARNAP-CONABIO, 1995).

El papel de regulador climático de la Lacandona es evidente si consideramos la importancia que las grandes extensiones de bosque tienen en la evapo-transpiración, en la estabilización de la temperatura y en la amortiguación de inundaciones y sequías en los trópicos (Medellín, 1991).

GEOLOGÍA

La Selva Lacandona se caracteriza por presentar principalmente tres tipos de formaciones topográficas: laderas montañosas, mesetas y depresiones (García y Lugo, 1992). Presenta tres serranías que corren paralelamente en dirección NO-SE, encontrándose perpendicularmente a ellas los ríos Lacantún y el Chixoy. La sierra que está entre el río Jataté y Lacanjá alcanza los 1,000 msnm; la situada entre el Lacantún y el Usumacinta mide en promedio 500 msnm. Al sudeste del río Lacantún los terrenos son del tipo planicie aluvial, con lomeríos y pequeños cerros aislados con altitudes de 100 y 300 msnm (Martínez *et al.*, 1994). Los cambios altitudinales dentro de la Reserva van de los 300 a los 1,500 m (SEMARNAP-CONABIO, 1995). Los suelos de la Selva Lacandona han sido clasificados como molisoles y entisoles, y las rocas que raramente afloran son lutitas y calizas (Mullereid, 1957; Ramos, 1982).

La reserva de Montes Azules puede dividirse en dos grandes regiones: la sección oeste y norte es una región montañosa cárstica que incluye algunas cañadas y valles separados por serranías de altitud media, y una meseta con lagos calcáreos que drenan subterráneamente, formando cuencas endorreicas en los propios lagos. La otra porción de la reserva está compuesta por tierras

bajas de limitado relieve y parcialmente inundables, que van de los 80 a los 200 msnm, con algunas colinas (Medellín, 1996).

VEGETACIÓN

La ubicación geográfica, así como los rangos altitudinales y las condiciones de sus suelos, hacen que en la Selva Lacandona puedan encontrarse varias asociaciones naturales (Hernández, 1997), que van desde bosques de niebla, bosque de pino y de encino, selva alta perennifolia, selva mediana perennifolia, pantanos y los bosques de galería, y sabanas abiertas y humedales (Rzedowski, 1978; Medellín, 1996).

Se tienen reportadas 4,300 especies de plantas que representan el 18.9% del total que hay en México (Martínez *et al.*, 1994; Medellín, 1996); de éstas, 3,400 especies son plantas vasculares que representan el 78% del estimado para la zona. En esta región se encuentra el 43.1% de la flora del Estado de Chiapas (Martínez *et al.*, 1994).

Algunos de los árboles más comunes (50-60 m de alto) son: *Aspidosperma megalocarpon*, *Brosimum alicastrum* var. *alicastrum*, *Dialium guianense*, *Erblichia odorata* var. *odorata*, *Guatteria anomala*, *Licania platypus*, *Manilkara zapota*, *Poulsenia armata*, *Swietenia macrophylla* (Herrera-MacBryde *et al.*, 1997), entre otras especies.

DESCRIPCIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES MÁS FRECUENTEMENTE OBSERVADAS DURANTE ESTE ESTUDIO

Selva alta perennifolia: cubre la mayoría de la reserva; los árboles más altos de la selva se encuentran aquí (60 m), dominan las especies: *Terminalia amazonia*, *Lonchocarpus* spp., *Schizolobium parahybum*, *Swietenia macrophylla* (caoba), *Cedrela odorata* (cedro), *Brosimum alicastrum*, *Dialium guianense*, *Manilkara zapota*, entre otras. En el sotobosque dominan las palmas umbrófilas, *Bactris* spp., *Geonoma oxycarpa*, *Reinhardtia* spp. y *Scheelea liebmanni*.

Bosque ribereño o de galería: se distribuye a lo largo de los cauces de los ríos. Se puede encontrar desde los 0 hasta los 2,000 msnm, en una topografía plana de suelos profundos y anegables con un sustrato limoso o lacustre. Puede presentar uno o dos estratos arbóreos con alturas de 10 a 40 m. Las especies dominantes que marcan las distintas agrupaciones del bosque son: *Ficus glabrata*, *Salix chilensis*, *Inga* spp., *Licania platypus* y *Bravaisia intergerrima* (SEMARNAP-CONABIO, 1995), además de *Pachira aquatica*, *Blepharidium mexicana*, *Talauma mexicana*, *Schizolobium parahybum*, *Luehea speciosa*, *Inga spuria*, *Castilla elastica*, *Hymenea courbaril*, *Cecropia obtusifolia*, *Pancratium littorale*, *Gymnerium sagittatum*, *Salix humboldtiana* y *Muntingia calabura* (Castillo-Campos y Narave, 1992).

Jimbales: aunque ésta es sólo una especie vegetal, se ha tomado aquí como una comunidad. Se localizan en la vega del río Lacantún, en barrancas y zonas casi planas. Predomina *Guadua longifolia*, a la que están asociadas: *Schizolobium parahybum*, *Luehea speciosa*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Inga sapindioides*, *Talauma mexicana*, *Castilla elastica*, *Ceiba pentandra*, *Pithecellobium arboreum*, *Bursera simaruba* y *Spondias mombin* (Castillo-Campos y Narave, 1992).

FAUNA

La gran diversidad de ecosistemas presentes en la Selva Lacandona da albergue a más de 600 especies de vertebrados (SEMARNAP-CONABIO, 1995), aproximadamente el 25% de la biodiversidad total de México, en un área menor al 1% de la superficie del país (Medellín, 1996). El grupo de los invertebrados es poco conocido en la Selva Lacandona, se han reportado 1,135 especies de la clase Insecta (Morón, 1992), entre estos encontramos 800 especies de mariposas diurnas, alrededor del 44% del total de México. Los peces están representados por siete órdenes, 21 familias, 37 géneros y 65 especies (SEMARNAP-CONABIO, 1995).

De los anfibios y reptiles se han registrado 77 especies, de las cuales 23 son anfibios y 54 son reptiles (Lazcano-Barrero *et al.*, 1992), aunque probablemente existan muchas más (Medellín, 1991). Se han reportado 340 especies de aves entre migratorias y residentes (González García, 1993), que representan alrededor de la tercera parte de las aves mexicanas. La mastofauna de Chiapas es una de las más ricas de México (Álvarez del Toro, 1991), el número de especies de mamíferos terrestres por unidad de superficie es mayor que en casi todo el resto del territorio (Medellín, 1991). Este grupo es uno de los mejor estudiados, y hasta el momento se han registrado 117 especies (Zarza, 2001).

HISTORIA DEL SITIO

Las selvas húmedas de Mesoamérica son la cuna de las civilizaciones olmeca y maya (Aliphath-Fernández, 1996). En el área se encuentran complejos olmecas que datan de alrededor del año 800 a.C., fechados como de los inicios del Preclásico Medio (Valdés, 1996), y también mayas del periodo Clásico —300 y 900 d.C.—, una de las culturas más resplandecientes de Centroamérica; después de 900 años ocurre el hundimiento de esta brillante civilización, dejando pequeñas comunidades aisladas (De Vos, 1986).

En el siglo XVI, la Selva Lacandona estaba poblada por tres grupos mayenses: los choles, los tzeltales y los chol-lacandones, tribu belicosa que fue exterminada por los españoles en 1715. Los lacandones actuales pertenecen al grupo yucateco-lacandones y son descendientes de grupos maya-yucatecos que huían y se refugiaron en la Selva Lacandona (De Vos, 1986).

En 1822 comienza la explotación maderera tabasqueña en la Selva Lacandona, cuando se explora la cuenca del río Jataté hasta su desembocadura en el río Usumacinta abriendo ambos ríos como rutas navegables hacia los puertos de Tabasco y Campeche. Su abrupto fin llega en 1949, cuando el gobierno mexicano decide prohibir la exportación de madera en rollo clausurando con esta medida un negocio lucrativo de más de 70 años (De Vos, 1988).

En 1957 se hicieron estudios que la Comisión Federal de Electricidad necesitaba para desarrollar una gigantesca presa en Boca del Cerro, con el fin de asegurar con ella casi la mitad de la fuerza eléctrica que necesitaba el país. Esto ocasionó que Guatemala incitara a pobladores del Petén a establecerse a lo largo de los ríos de La Pasión y Usumacinta, lo que conllevó a numerosos contingentes de indígenas de habla chol y tzeltal a abandonar los pueblos de Ocosingo, Altamirano y Las Margaritas para buscar un pedazo de tierra en la Selva Lacandona.

En 1972 el gobierno creó una reserva etnobiológica para el medio millar de indios lacandones y decidió desalojar a la mayoría de las comunidades tzeltales y choles, desalojo que se realizó sólo parcialmente. Una decena de colonias optaron por resistir y permanecer en esas tierras. En cambio, unas veinte colonias aceptaron la alternativa de quedarse y convertirse en comuneros, bajo la dirección de los lacandones, y reagruparse en dos gigantescos poblados: Doctor Velasco Suárez y Frontera Echeverría (De Vos, 1996). Por otro lado, al sur de la reserva lacandona, el gobierno sí propició la colonización, bajo el régimen ejidal, de mestizos de diversas partes de la República. Así, a partir de 1972, en la ribera mexicana del río Chixoy, nacieron los poblados Benemérito de las Américas, Quetzalcóatl y Flor de Cacao y en la ribera derecha del río Lacantún, los poblados Quiringuicharo, Zamora Pico de Oro, Reforma Agraria y Boca Chajul. La colonización se hizo, en el mejor de los casos, de manera inducida, pero generalmente de modo espontáneo, es decir, anárquico. En 1981, en condiciones más precarias, llegaron a vivir los indígenas mayas, miembros de diversas etnias, que venían huyendo de la represión en la vecina Guatemala; para 1983 el número de refugiados era de 50,000 repartidos en 17 campamentos y 60 poblados (De Vos, 1996).

La Selva Lacandona, poblada en 1959 por unos 400 lacandones únicamente, cuenta ahora con más de mil asentamientos humanos, que aglutinan una población total de 150,000 habitantes. La gran mayoría son campesinos, algunos otros madereros y ganaderos, que son los principales responsables de la deforestación (De Vos, 1996). Las dos terceras partes de 1.5

millones de hectáreas de selva se perdieron antes de 1974. Actualmente el índice de deforestación calculado es de 1.6% al año (Mendoza y Dirzo, 1999).

MÉTODOS

SITIOS DE MUESTRO

Las localidades de muestreo se ubicaron en arroyos tributarios del río Lacantún. Los cuatro arroyos se encuentran al sur de la Estación Biológica Chajul, en la Selva Lacandona, Chiapas, dos de ellos al norte de este río, dentro de la Reserva de Montes Azules, los otros dos del lado sur de este mismo río, y están rodeados de tierras ejidales, compuestas por potreros y milpas.

Arroyo José

Este arroyo se encuentra dentro de la Reserva de Montes Azules. Es el arroyo que aporta agua a la estación Chajul (Boca 16°06'46''N, 90°56'03''O, río arriba (Sabana) 16°07'09''N, 90°56'41'' O) por ser el más cercano a ésta. Nace en la sierra que corre paralelamente con el río Lacantún, en una zona denominada el Chaquistero. [Figura 3]. El agua va a través de zonas inundables, que presentan caña y pastos altos rodeados de bactrisales (*Bactris* spp.) y especies de bejucos y lianas. A lo largo del recorrido se encontraron distintos tipos de vegetación. Los géneros y especies más observadas son: Cucurbitáceas, *Inga* spp., *Solanum* spp., *Acacia* spp., *Piper* spp., *Miconia* spp., *Schizolobium parahybum*, *Ficus* spp., *Salix* spp., *Cecropia* spp., *Castilla elastica*, *Bursera simaruba* y *Spondia mombin*, entre otros, además de encontrar gran cantidad de bromelias, helechos, orquídeas, bejucos, y en algunas otras partes nuevamente caña. La cobertura vegetal es abundante y, dado esto, eran raros los rayos de sol que lograban atravesarla. A lo largo del trayecto encontramos playas de arenas finas, y gravas, zonas sin orillas u orillas a

mas de 1.50 m, troncos de árboles caídos llevando consigo gran cantidad de vegetación lo que dificultaba nuestro paso. Es un arroyo muy sinuoso.

Este arroyo es el de menor profundidad, con un promedio de 0.46 m en secas. Es el más angosto de los cuatro, con 6.20 m en promedio; el agua es cristalina o translúcida. Se observan langostinos, camarones y cangrejos, así como distintas especies de peces, como las “sardinitas” (*Astyanax fasciatus*) en el estrato cercano a la superficie, algunos cíclidos como *Petenia splendida* y *Cichlasoma* spp. Por las noches se observan los cardúmenes de macabiles (*Brycon guatemalensis*) y varias especies de bagres (Pimelodidae).

También son observables anfibios (*Bufo marinus*) y reptiles (*Anolis* spp., *Basiliscus vittatus*, *Oxybelis* spp., *Leptophis* spp. y nauyacas —*Bothrops* spp.—). A nuestro paso se observaron tropas de monos (*Ateles geoffroyi* y *Alouatta pigra*), manadas de coatíes (*Nasua narica*), jaguarundis (*Herpailurus yagouaroundi*), venados (*Mazama americana*) y mapaches (*Procyon lotor*), así como huellas y rastros de tlacuaches, tapires (*Tapirus bairdii*), tepezcuincles (*Agouti paca*), jaguares y pumas (*Panthera onca* y *Puma concolor*), además de muchas aves, tales como: *Ara macao* (guacamayas), pericos de diferentes especies (*Amazona farinosa* y *Aratinga* spp.), martines pescadores (*Ceryle* spp., *Chloroceryle americana*, *Chloroceryle aenea*), y el pato real (*Cairina moschata*). [Tabla 1. Apéndice I].

Arroyo Miranda

Este arroyo se encuentra hacia el norte de la estación biológica Chajul, y es menos sinuoso que el arroyo José. Este arroyo tiene una profundidad promedio de 0.78 m en secas, pero es el doble de ancho que el arroyo José, con 12.8 m en promedio. Es bastante translúcido, menos en las pozas que se forman en sus curvaturas que, al ser bastante profundas ($x=3.6$ m), no son transparentes. Las coordenadas para este arroyo son: boca, 16°09'21''N, 90°57'31''O, y río arriba, 16°08'57'' N, 90°59'30'' O. [Figura 3].

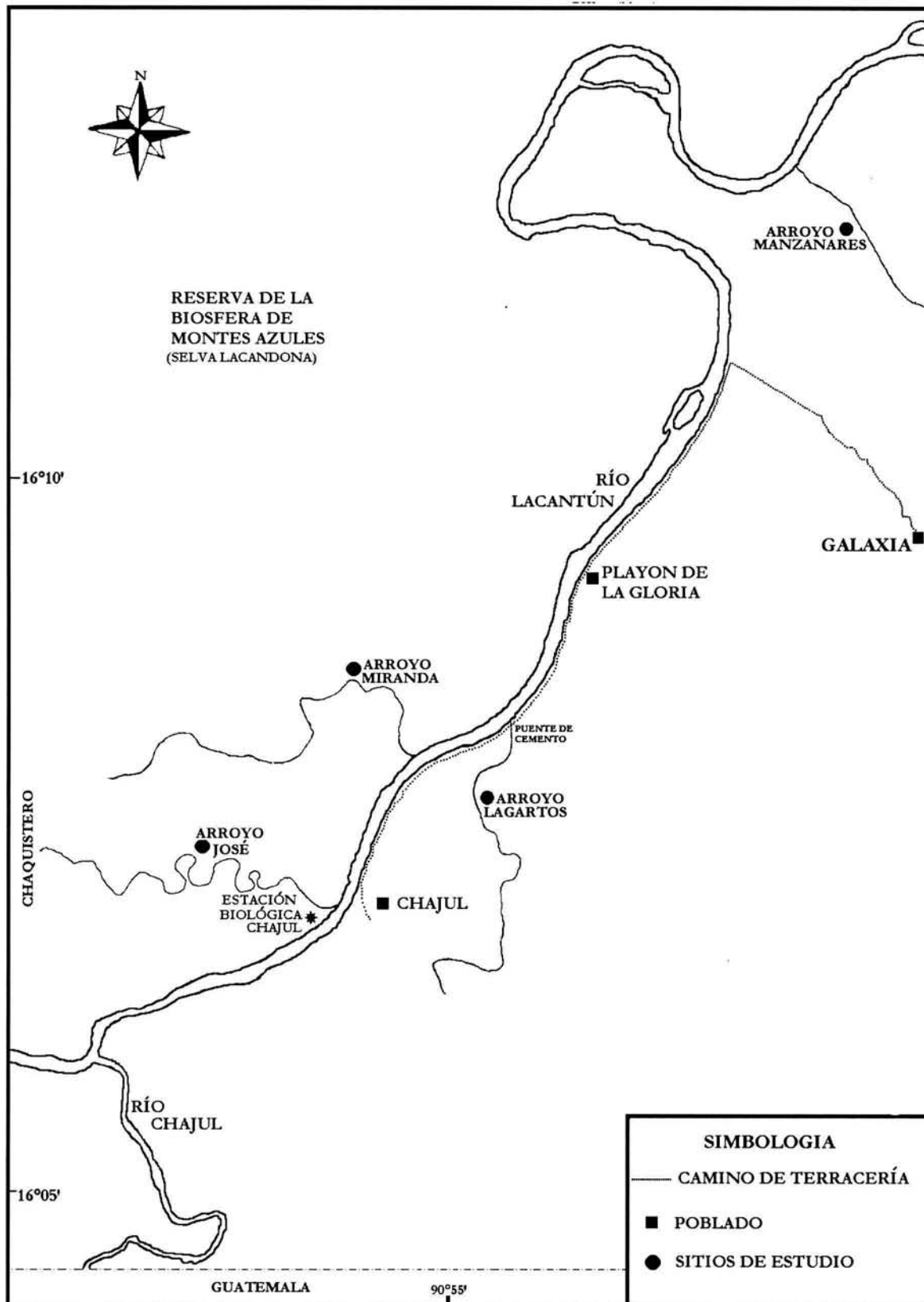


Figura 3. Sitios de estudio.

En la boca de este arroyo hay zonas inundables dominadas por jimba (*Guadua longifolia*) con algunos árboles esparcidos, como *Schizolobium parahybum*, *Bursera simaruba* y *Spondia radlkoferi*. Esta zona es bastante profunda y menos clara que río arriba, el fondo es limoso y conforme se sube van apareciendo rocas y grava que hacen más fácil el movimiento a través del arroyo; en esta zona el agua es cristalina y se observaron especies de araceas en las orillas, la vegetación predominante es la selva alta perennifolia. Encontramos playas con arenas finas, y paredes de más de dos metros de alto, así como árboles caídos. En algunas zonas de este arroyo los rayos del sol atraviesan la cobertura vegetal.

El Miranda es el arroyo con más especies observadas, tanto de vertebrados como de flora. *Aechmea magdalenae* (pita), araceas, *Scheelea liebmannii* (corozo), *Terminalia amazonia*, *Lonchocarpus* spp., *Schizolobium parahybum*, *Swietenia macrophylla* (caoba), *Cedrela odorata* (cedro), *Brosimum alicastrum*, *Dialium guianense*, *Manilkara zapota*, *Ficus glabrata*, *Salix chilensis*, *Salix humboldtiana*, *Inga* spp., *Licania platypus*, *Bravaisia intergerrima*, *Blepharidium mexicana*, *Talauma mexicana*, *Luehea speciosa*, *Inga spuria*, *Castilla elastica*, *Hymenaea courbaril*, *Cecropia obtusifolia*, *Pancratium littorale*, *Gymnerium sagittatum* y *Muntingia calabura*, así como especies de bejucos, bromelias, helechos y orquídeas. Entre los vertebrados encontramos: *Astyanax fasciatus*, *Petenia splendida* y *Cichlasoma* spp., y varios cíclidos más, pejelagarto (*Lepisosteus tropicus*), Pimelodidae, *Brycon guatemalensis*, *Bufo marinus*, *Anolis* spp., *Basiliscus vittatus*, *Boa constrictor*, tortuga blanca (*Dermatemys mawei*), cocodrilos (*Crocodylus moreletti*), *Oxybelis* spp. y *Leptophis* spp. y nauyacas (*Bothrops asper*), murciélago narigón (*Rhynchonycteris naso*), *Didelphis marsupialis*, tlacuache (*Philander opossum*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), mono aullador (*Alouatta pigra*), coatíes (*Nasua narica*), mapaches (*Procyon lotor*), viejos de monte (*Eira barbara*), puma (*Puma concolor*) y tapires (*Tapirus bairdii*). Éstas fueron algunas de las especies observadas, así como huellas y rastros de tlacuaches, tapires, tepezcuinques (*Agouti paca*), jaguares (*Panthera onca*), dentro de las aves observamos martines pescadores (*Ceryle* spp.,

Chloroceryle amazona, *Chloroceryle americana*, *Chloroceryle aenea*), guacamayas (*Ara macao*), pericos como *Amazona farinosa*, y aratingas, tucanes (*Ramphastos sulfuratus*, *Aulacorhynchus prasinus*), *Galbula ruficauda*, *Momotus momota*, tinamú (*Tinamus major*), *Spizaetus tyrannus*, *Leucopternis albicollis*, entre las garzas observamos *Agamia agami*, *Tigrisoma mexicana*, *Aramides cajanea*, y patos, el pijiji (*Dendrocygna autumnalis*) y pato real (*Cairina moschata*). También observamos la anidación de una especie de *Trogon* spp. El *Tinamus major* y la garza *Agamia agami* son especies muy raras que sólo se encuentran en hábitats muy conservados (Stotz *et al.*, 1996; Ramos, 1995). [Tabla 1. Apéndice I].

Arroyo Lagartos

Este arroyo se encuentra fuera de la Reserva de Montes Azules, entre los poblados de Chajul y Playón de la Gloria (río abajo, 16°08'00''N y 90°54'37''O; río arriba, 16°07'27''N y 90°54'16''O). Lo cruzan dos puentes de concreto, uno es parte de la carretera que une a las dos poblaciones, y el otro pertenece a la carretera que va de Chajul a Palenque; además hay varios más pequeños, hechos de tablones o árboles caídos. En algunas zonas, en las orillas o atravesando el arroyo, encontramos cercas de alambre de púas que divide un potrero de otro y van tanto por la orilla como por dentro del arroyo. [Figura 3]. Además existen veredas que llevan al arroyo para que el ganado pueda bajar a beber agua. Estos abrevaderos son extensiones de tamaño considerable de lodo y excremento vacuno. En las orillas podemos observar algunos árboles, en su mayoría *Inga* spp., *Schizolobium parahybum*, *Cecropia obtusifolia*, *Ficus* spp. y algunos cacaos (*Theobroma cacao*), se podría decir que presenta un bosque de galería con bastante perturbación, es un arroyo al que los rayos del sol llegan a la superficie. En otras zonas encontramos araceas y jimba (*Guadua longifolia*). A lo largo del recorrido se observaban los potreros y alguna que otra milpa. Entre los peces aquí observados tenemos *Cichlasoma* spp. y Pimelodidae. Reptiles: iguanas, *Basiliscus vittatus* y nauyacas (*Bothrops asper*). De mamíferos no

vimos ningún rastro, aparte del de nutria, y el único mamífero que pudimos observar fueron los murciélagos *Rhynchonycteris naso* que perchan en los troncos de los árboles. También observamos garzas blancas (*Egretta thula*) que es común en zonas perturbadas (Stotz *et al.*, 1996).

Este arroyo presenta una profundidad promedio de 0.90 m y una anchura de 13.5 m, siendo bastante turbia el agua. El suelo cerca de la boca es limoso y río arriba encontramos rocas y grava. Es observable una cobertura vegetal en algunas zonas, sobre todo en la boca del arroyo, pero mucho más escasa que la encontrada en los arroyos Miranda y José.

Arroyo Manzanares

Este arroyo es el más lejano de la estación Chajul y se encuentra fuera de la Reserva de Montes Azules, (boca, 16°12'21''N, 90°52'10''O; río arriba, 16°15'20''N, 90°54'14''O). [Figura 3]. En sus orillas podemos observar en su mayoría jimba (*Guadua longifolia*) y alguno que otro plumillo (*Schizolobium parahybum*), pero la cobertura vegetal arbórea es casi nula y el sol entraba directo a la superficie del agua. En los alrededores son observables los potreros y las milpas, aquí también son visibles las veredas que llevan a los abrevaderos. Durante los recorridos por este arroyo no observamos vertebrados. Sabemos que hay *Cichlasoma* spp. y Pimelodidae, y se observó a una nutria tomando el sol. En este arroyo también observamos garzas blancas (*Egretta thula*). Este arroyo es el más ancho (16.6 m) y es el más profundo de los cuatro (5.4 m promedio) con un suelo limoso durante todo el trayecto, y sus aguas son turbias.

RECOLECCIÓN DE EXCRETAS

Los recorridos dentro de los arroyos se hicieron a pie, en canoa y en lancha con motor, dependiendo de la profundidad. Dentro de cada arroyo se recorrieron 6 km. Los arroyos

Lagartos y Miranda se recorrieron con canoa y a pie; el arroyo José se recorrió a pie, y el arroyo Manzanares con canoa y lancha con motor.

Durante los recorridos se buscaban letrinas. Estas se encuentran en lugares conspicuos, como rocas y árboles caídos, solo en algunos casos se llegaron a encontrar en playas. Estas letrinas tienen un fuerte olor como se mencionó con anterioridad, dado esto son fáciles de identificar desde la distancia. Cada muestra era recogida y puesta en bolsas de papel glazine, estas se etiquetaban (nombre arroyo y fecha), se colocaban al sol para su secado y se guardaban para su posterior análisis. Cada letrina se limpiaba completamente para que en el siguiente viaje no encontráramos excretas viejas. Estos recorridos sólo se llevaron a cabo durante la temporada de secas (enero a mayo) durante dos temporadas (1999 y 2000), cada dos meses, dado que durante la temporada de lluvias las letrinas quedaban por abajo del nivel del agua y era imposible localizar dentro de la selva las nuevas letrinas.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

En una ocasión se recolectaron dos excretas frescas por cada arroyo que fueron colocadas en frascos de vidrio previamente esterilizados para realizar un análisis bacteriológico en la Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Microbiología e Inmunología, Sección de Diagnóstico, con el fin de conocer las bacterias y microorganismos presentes en las excretas de *Lontra longicaudis*.

COLIFORMES TOTALES

Se realizaron pruebas de coliformes totales como indicadores de contaminación fecal de acuerdo con el método de filtración de membrana (APHA, 1998). Utilizando un agar M-FC (BBL) se realizó una suspensión de 3.7 gr de polvo en 100 ml de agua purificada, se agregó 1 ml. de ácido rosólico, y 0.2 N de hidróxido de sodio al 1%, esto se agitaba mientras hervía. Se utilizó

un cojín con 1 ml de agar que se colocó en cajas de Petri de polivinilo preesterilizadas y se mantuvo en refrigeración hasta ser utilizadas. Para cada arroyo se debían filtrar al vacío 150 ml de agua con la ayuda de una membrana Micropore, ésta se colocaba después dentro de la caja Petri, y se dejaba en baño María por 24 horas a 44.5°C. A las 24 horas las colonias de coliformes estaban teñidas de azul y era posible su conteo.

ANÁLISIS DE AMONIO Y NITRATOS

Se tomó una muestra de agua de cada arroyo en frascos de polivinilo de 500 ml previamente lavados y esterilizados. La tapa de cada frasco era removida cuando éste se encontraba sumergido en el arroyo, evitando así la contaminación de los frascos. Una vez que la muestra fue tomada, los frascos se refrigeraron (4°C) mientras se preparaba el equipo para realizar los siguientes análisis. Los métodos utilizados para el análisis de amonio y nitrato fueron los sugeridos por APHA (1998).

Análisis de amonio

Utilizando un aparato para medir pH en una resolución entre -700 mV y +700 mV, con un electrodo especial para medir amonio, y un agitador magnético. Para el análisis de amonio se utilizaron los siguientes reactivos: ISAB se disolvieron 40 gr. de hidróxido de sodio (grado reactivo) en 50 ml. de H₂O destilada y se vaciaron en un matraz de 100 ml. Esta solución debe permanecer guardada en un frasco color ámbar. Posteriormente se prepararon soluciones estándares a concentraciones de:

- 1.47 ml. del std 1700 mg/l NH₄⁺ en 250 ml.=10 mg/l (esto en un matraz volumétrico)
- 25 ml. del std 10 mg/l NH₄⁺ en 250 ml.=1 mg/l
- 12.5 ml. del std 10 mg/l NH₄⁺ en 250 ml.=0.5 mg/l
- 2.5 ml. del std 10 mg/l NH₄⁺ en 250 ml.=0.1 mg/l

Colocar 100 ml de cada solución estándar en un matraz Erlenmeyer de 125 ml, comenzar la calibración sumergiendo el electrodo en la solución de menor concentración y mezclar a baja velocidad con un agitador magnético. Añadir 1 ml. de ISAB en la solución inmediatamente poner el electrodo en la solución que aún se está agitando y esperar a que se estabilice la lectura por lo menos 2 o 3 minutos y registrarlo.

Enjuagar y secar sin frotar el electrodo, continuar con los estándares siguiendo el orden de menor a mayor concentración.

Colocar 100 ml. de muestra en un matraz Erlenmeyer y 1 ml de ISAB colocar el electrodo, mezclando constantemente con el agitador magnético a baja velocidad, esperar a que se estabilice la lectura y registrarlo.

Análisis de nitratos

Se utilizó un aparato para medir pH en una resolución de 0.1 mV, con un electrodo especial para medir iones de nitrato, y un agitador magnético. Para el análisis de nitratos se usó el siguiente reactivo: ISAB (*ionic strength adjustment buffer*) en una solución 2M: disolver 132 gr. de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (sulfato de amonio) en 500 ml de H_2O destilada.

Posteriormente se prepararon soluciones estándares en las siguientes concentraciones:

- (62 mg/l) 10 ml de estándar 0.100 Molar NO_3^- (equivalente a 6200 mg/l de NO_3^- en un matraz de 100 ml).
- (6.2 mg/l) 10 ml de estándar preparado de concentración 620 mg/l en un matraz de 100 ml (pero esta vez con agua de los arroyos).
- (6.2 mg/l) 10 ml de estándar preparado de concentración 6.2 mg/l en un matraz de 100 ml de agua destilada.
- (1.24 mg/l) 20 ml de estándar preparado de concentración 6.2 mg/l en 100 ml de agua destilada.

Poner sólo 50 ml de cada estándar 62 mg/l, 6.2 mg/l y 1.24 mg/l en un frasco, y agregar 50 ml de solución ISAB. El blanco se hizo con 50 ml de agua destilada y 50 ml de la solución ISAB.

Para poder llevar a cabo el análisis hay que calibrar primero, colocando la punta del electrodo en el estándar de 1.24 mg/l por 30 minutos.

Colocar 100 ml de cada solución estándar en un matraz Erlenmeyer de 125 ml, comenzar la calibración sumergiendo el electrodo en la solución de menor concentración (1.24 mg/l) y mezclar a baja velocidad con un agitador magnético, esperar a que se establezca la lectura y registrarlo. Enjuagar el electrodo en H₂O destilada y absorber el agua con un papel sin frotar.

Repetir lo mismo para los estándares de 6.2 mg/l y 62 mg/l siguiendo el orden de menor a mayor.

Para las muestras se tomaron 50 ml de agua de cada arroyo más 50 ml de ISAB mezclando constantemente con el agitador magnético y colocar el electrodo en la solución por un minuto y registrar cuando la lectura sea estable.

PLAGUICIDAS

Para el análisis de plaguicidas se tomó agua en tres zonas de cada arroyo: en la boca del arroyo, la parte media y el final del recorrido, en frascos de plástico de 1000 ml previamente esterilizados, que se mantuvieron en refrigeración (4°C), hasta su recepción en un laboratorio especializado (Investigación y Desarrollo de Estudios de Calidad del Agua S. A. de C. V. [IDECA]) para el análisis de plaguicidas. Todos los análisis para determinar plaguicidas clorados en agua se realizaron por cromatografía gaseosa acoplada a detección por captura electrónica, por medio del método EPA 508 (United States Environmental Protection Agency, 1991).

ABUNDANCIA RELATIVA

En el laboratorio se contó el número de excretas obtenidas por mes por arroyo y por todo el muestreo por arroyo. Para obtener la abundancia relativa se utilizó la siguiente fórmula

$$\text{Abundancia relativa} = \text{Número de excretas} / \text{km recorridos (Spinola y Vaughan, 1995a).}$$

Se compararon las distintas abundancias relativas de los cuatro arroyos por medio de una X^2 , para poder observar si existía o no una diferencia entre los arroyos. Luego se promediaron las abundancias relativas del arroyo José y el Miranda (arroyos no perturbados), y del arroyo Lagartos y el Manzanares (arroyos perturbados) y se utilizó el mismo estadístico (X^2) para observar si existía o no una diferencia significativa. Con estos datos obtuvimos la abundancia relativa de *Lontra longicaudis* en cuatro arroyos de la Selva Lacandona.

DIETA

Dado el gran número de excretas colectadas, se analizó el 40% de las muestras de cada arroyo, menos para el arroyo Manzanares, del cual sólo se obtuvieron cinco muestras en total y todas fueron analizadas.

Cada muestra fue disgregada, en seco, con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Olympus SZ40). Sus distintos componentes fueron separados mediante unas pinzas de punta fina (pinzas de relojero) en peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos (huesos y pelo por separado), insectos, caracoles y crustáceos, para su posterior identificación, en virutas transparentes de plástico, cada una etiquetada con el grupo, la fecha de muestreo, el arroyo y el número de excreta.

Componentes duros

Los componentes duros encontrados en las excretas son: escamas, huesos, otolitos. Se analizaron en el Laboratorio de Paleozoología del INAH, donde primero se revisaron ejemplares de la colección que pudieran ser posibles presas (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) para un mejor reconocimiento de los restos; esto se hizo con la ayuda de un microscopio estereoscópico.

Después se analizó cada grupo por separado, empezando con los peces, luego anfibios, reptiles y finalmente aves y mamíferos. En todos los grupos se llegó hasta el género, excepto en el grupo de los mamíferos que se logró llegar a la especie.

Utilizando claves taxonómicas se identificaron los diferentes restos (Courtemanche y Legendre, 1995; Domínguez-Cisneros y Rodiles-Hernández, 1998; Mundel, 1975; Olsen, 1964; 1968; 1979 y 1982).

Pelos

Basándonos en la guía de identificación de los pelos guarda de mamíferos silvestres realizada por Arita (1985) se desarrolló una guía de referencia de los pelos de roedores comunes de la Selva Lacandona. Se utilizaron pelos obtenidos de roedores identificados pertenecientes a la Colección Mastozoológica del Instituto Politécnico Nacional, y la colección de mamíferos del Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Se tomaron dos pelos guarda y dos pelos ventrales de cada ejemplar de las colecciones. Al realizar preparaciones temporales, se tomaron fotos de las preparaciones, para poder compararlas con las preparaciones de las muestras, con la ayuda de un microscopio óptico (Olympus CH30) y una cámara fotográfica (Olympus SC36 Type 12).

Preparaciones temporales de pelo

Las preparaciones temporales de pelo se hicieron siguiendo la técnica utilizada por Teerink, 1991, con modificaciones propuestas por List (comunicación personal, 2002). Los pelos deben bañarse en agua con algún tipo de detergente, para eliminar la grasa. Después se dejaban secar a temperatura ambiente, con extrema precaución para no confundir las muestras. Cada pelo era colocado por diez minutos en aceite mineral sobre un portaobjetos para una mejor penetración del aceite. Este reemplaza por completo o parcialmente el aire que se encuentra en las cámaras intercelulares. Médulas opacas u oscuras generalmente se vuelven transparentes bajo la penetración del aceite, lo que mejora la observación de la estructura y la posición de las células. Posteriormente se le coloca el cubre-objetos y se observa al microscopio, comparando las muestras con las fotos de la colección de referencia.

FRECUENCIA DE OCURRENCIA

Los datos de presencia/ausencia se analizaron como frecuencias, se sumó el número de veces que una presa estuvo presente en todas las excretas examinadas para cada arroyo, (Helder-José y Andrade, 1997) y posteriormente para arroyos no perturbados y arroyos perturbados.

$$\text{Frecuencia de ocurrencia de la presa I} = \frac{\text{número de apariciones de la presa I}}{\text{total del número de muestras}}$$

Finalmente las frecuencias de ocurrencia se expresaron como porcentajes (Helder-José y Andrade, 1997):

$$\text{Porcentaje de frecuencia de ocurrencia de la presa I} = \text{frecuencia de ocurrencia} \times 100 \text{ de la presa I}$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se compararon los valores de abundancia relativa de *Lontra longicaudis* de los cuatro arroyos mediante una prueba de χ^2 (Tablas de contingencia) (Sokal, 1995) con el fin de conocer si existen diferencias significativas entre los sitios de muestreo.

$$\chi^2 = \frac{\sum (f_i - \hat{f}_i)^2}{\hat{f}_i} \quad (\text{Sokal, 1995})$$

Donde f_i son las frecuencias observadas y $\hat{f}_i$ son las frecuencias esperadas. (Las frecuencias esperadas se obtuvieron del producto de los totales de filas y columnas con el total global).

Se calculó la diversidad de especies con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, con la siguiente ecuación:

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i) \quad (\text{Krebs, 1989})$$

Donde H' es igual al índice de diversidad, s es el número de especies y p_i es la proporción de la especie i con respecto a la comunidad. La diversidad tiende a incrementarse si los individuos están distribuidos uniformemente entre las especies y decrece si la mayoría pertenece a una sola especie y las otras sólo cuentan con pocos individuos (Krebs, 1985).

Para saber si la diversidad (H') entre los arroyos no perturbados y perturbados era similar o diferente utilizamos una prueba de t de Hucheson, cuya ecuación es la siguiente:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{S_{H'_1 - H'_2}} \quad (\text{Zar, 1984; Bailey, 1995})$$

VOLUMEN DE AGUA EN CADA ARROYO

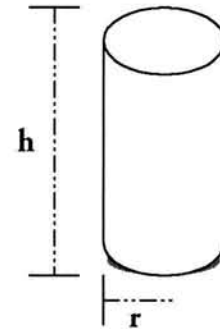
Debido a que los arroyos presentaban diferencias en cuanto a su tamaño, profundidad y ancho, se decidió utilizar la fórmula del cilindro para obtener el volumen promedio de agua para cada arroyo de acuerdo con la siguiente formulación:

1. Para un cilindro completo tenemos:

$$V_{\text{cilindro}} = \pi r^2 h$$

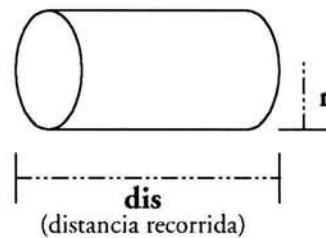
donde:

r = radio del cilindro
 h = altura del cilindro



2. Pero dado que un arroyo es un cilindro acostado donde:

h = **dis** (distancia recorrida)
 $r = \frac{\text{ancho}}{2}$



quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$V_{\text{cilindro}} = \pi r^2 \text{dis}$$

Pero un arroyo no es un cilindro completo sino medio cilindro, por lo tanto:

$$H_{\text{arroyo}} = \frac{\pi r^2 \text{dis}}{2}$$

donde: $= \pi r^2 \text{dis} (H)$

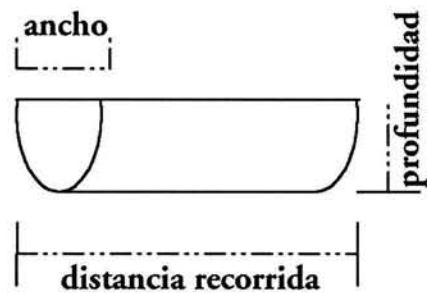
donde: $\frac{\text{radio}}{\text{diámetro}} = H$ es decir, la relación que guarda el radio entre el diámetro es igual a H

Radio = profundidad y diámetro = ancho

donde la relación que guarde la profundidad con el ancho $\frac{\text{profundidad}}{\text{ancho}}$ será igual al factor que sustituirá a H en el caso del arroyo.

De tal manera que la fórmula para obtener el volumen de un arroyo, queda de la siguiente manera:

$$V \text{ arroyo} = \pi r^2 \text{dis } \frac{(\text{profundidad})}{\text{ancho}}$$



RESULTADOS

EXCRETAS

Se registraron un total de 524 excretas durante cinco visitas entre los cuatro arroyos. El arroyo con mayor número de excretas fue el Miranda, teniendo un total de 343 excretas (65.5% del total), y el arroyo con el menor número fue el Manzanares con solamente cinco excretas (1% del total). El mes en que más excretas se recolectaron para todos los arroyos fue marzo de 2000 con 181 excretas (34.5% del total), y el mes en el que menos excretas se encontraron fue mayo de 1999 con 56 excretas (10.7% del total). Durante los meses de verano no se muestreo debido a la crecida de los arroyos. [Figuras 4 y 5].

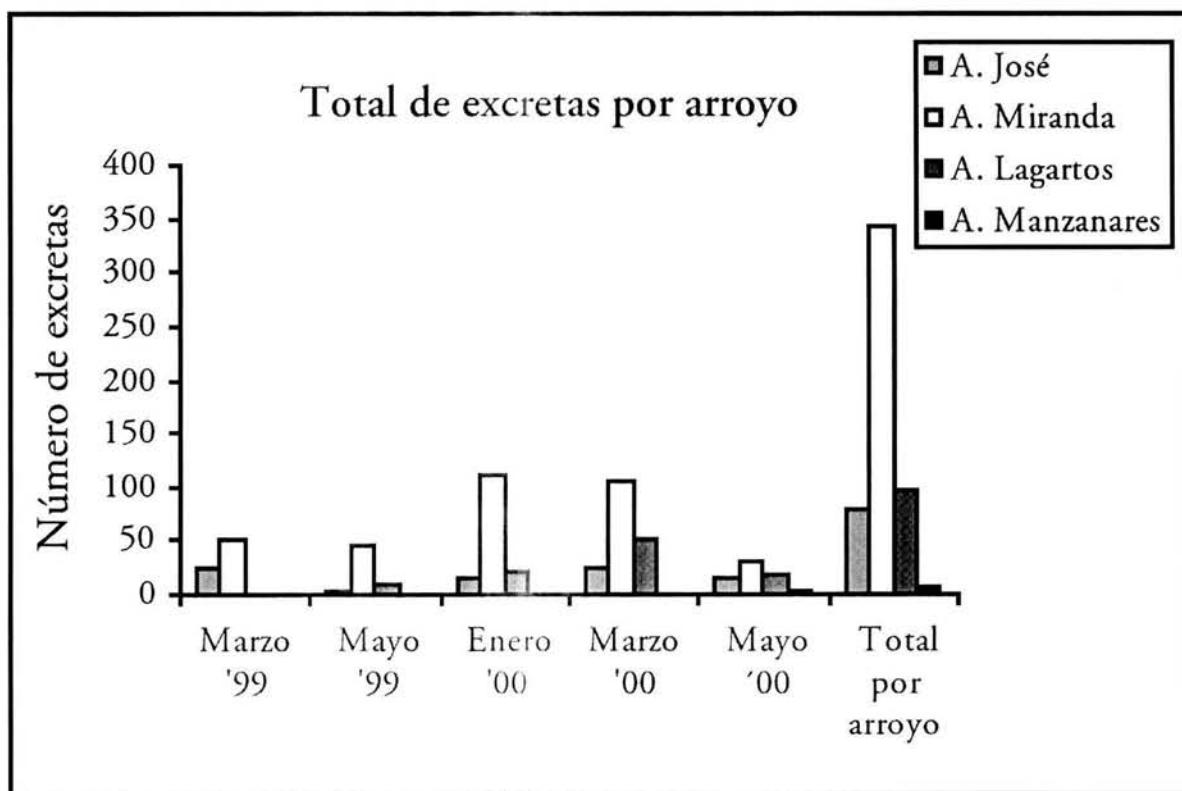


Figura 4. Número de excretas encontradas en cada una de las cinco salidas para cada arroyo.

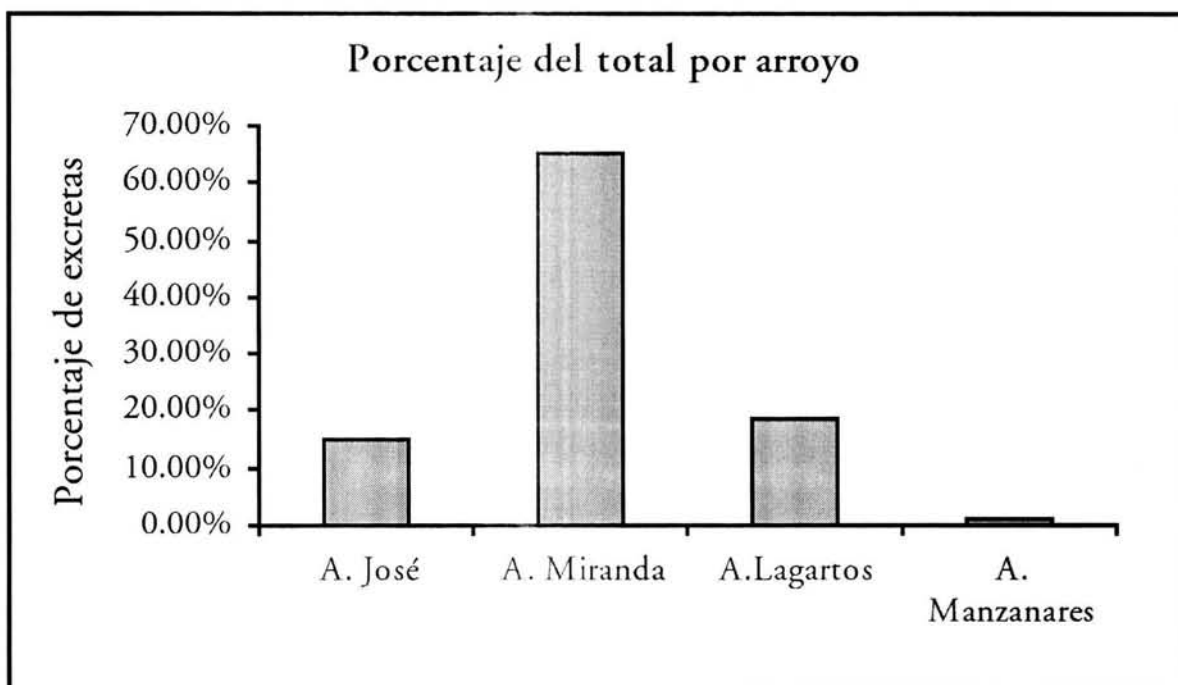


Figura 5. Porcentaje de excretas para cada arroyo durante el periodo de marzo 1999 a mayo de 2000.

ABUNDANCIA RELATIVA

Se registró una mayor abundancia relativa de excretas por kilómetro recorrido para el arroyo Miranda ($x=11.43$; $DE=6.23$); el arroyo Lagartos ($x=3.23$; $DE=3.17$), el arroyo José ($x=2.63$; $DE=1.47$) y finalmente el arroyo con menos excretas y por lo tanto la menor abundancia relativa, el arroyo Manzanares ($x=0.18$; $DE=0.29$). Al comparar estos resultados por medio de una χ^2 ($\chi^2=1373.2$ gl.=12, $P<0.001$), obtuvimos que sí había diferencias significativas entre ellos. [Figura 6].

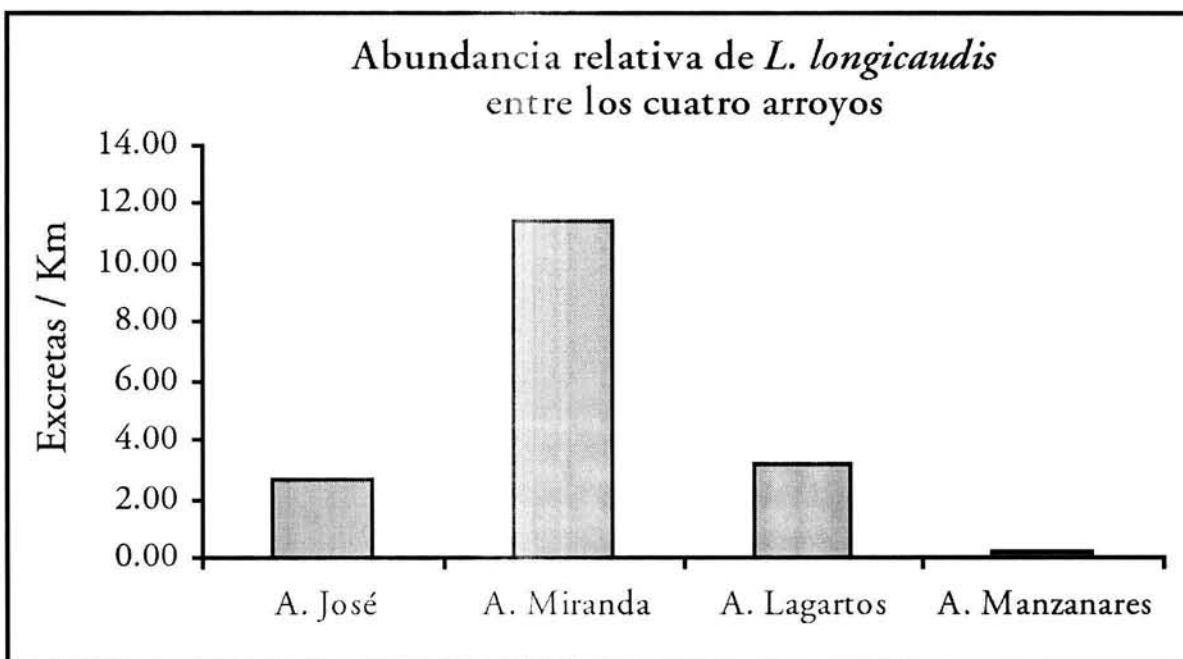


Figura 6. Abundancia relativa (excretas/ Km recorrido) entre los cuatro arroyos. Al compararlos por medio de una χ^2 se obtuvo que sí hay diferencias significativas entre los arroyos ($\chi^2 = 1373$, 2 gl.=12, $P < 0,001$).

La abundancia relativa varió según los meses en que se muestreó, pero el arroyo Miranda mantuvo la abundancia relativa más alta durante todo el muestreo; el arroyo José durante marzo de 1999 y mayo de 2000 superó al arroyo Lagartos, por su parte el arroyo Lagartos en marzo de 2000 es el mes en que se observa una mayor abundancia relativa; finalmente el arroyo Manzanares presentó la mayor abundancia relativa en mayo de 2000, como se muestra en la figura 7.

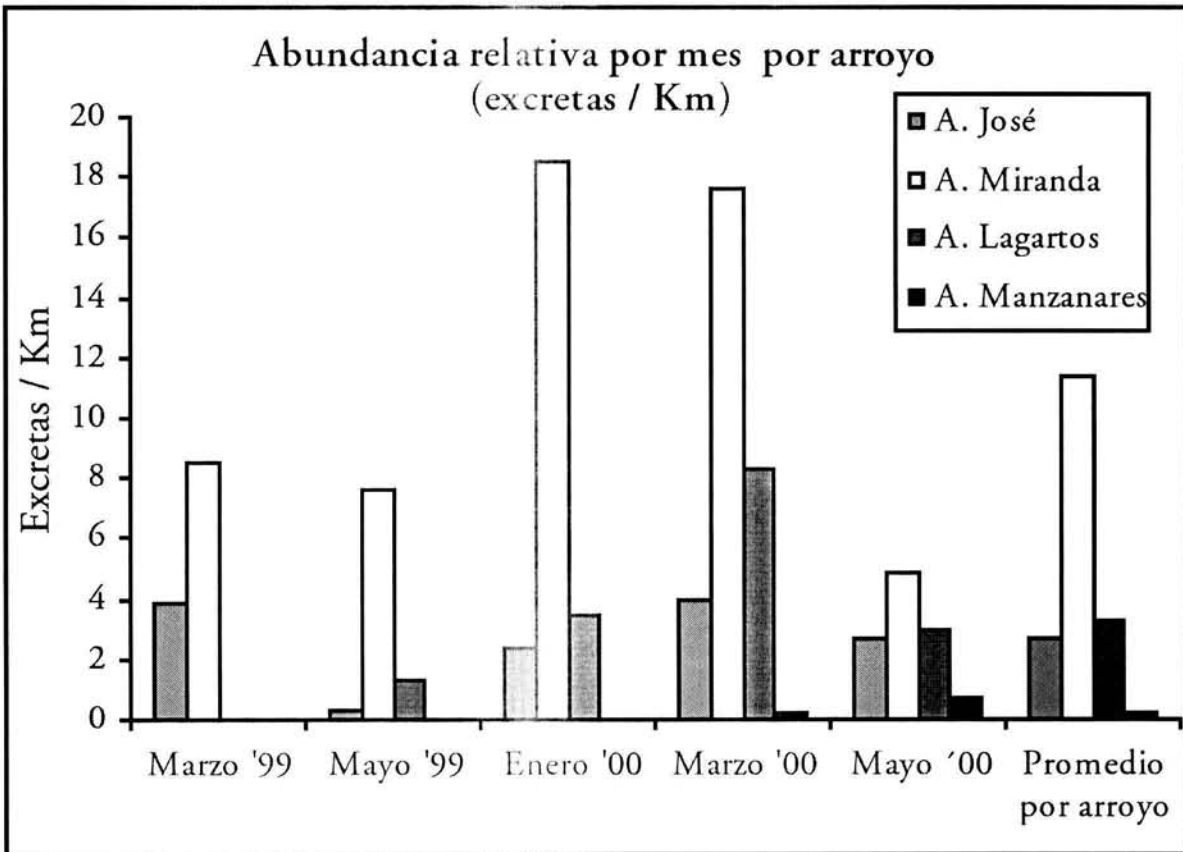


Figura 7. Abundancia relativa (excretas/km) de *Lontra longicaudis* en los cuatro arroyos durante los cinco meses de muestreo.

Al promediar la abundancia relativa de los arroyos Miranda y José (arroyos no perturbados), y las del arroyo Lagartos y Manzanares (arroyos perturbados) y compararlas se encontró que sí hay diferencias significativas por medio de una χ^2 ($\chi^2=627$, gl.=4, $P<0.001$) y que la mayor abundancia relativa la presentan los arroyos no perturbados, con un promedio de 14.07 excretas/km, mientras que para los arroyos perturbados es de 3.40 excretas/km. [Figura 8].

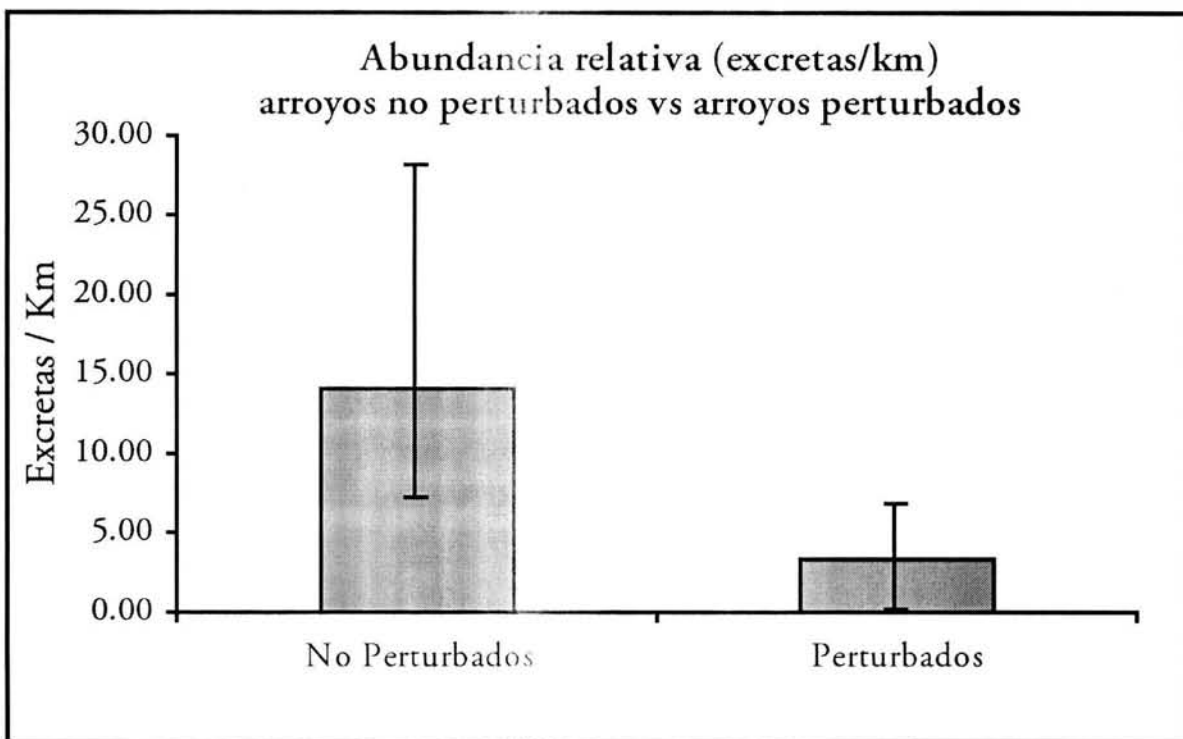


Figura 8. Comparación entre las abundancias relativas de los arroyos no perturbados contra los perturbados. La χ^2 mostró que sí hay diferencias significativas entre ellos ($\chi^2=627,086$, gl.=4, $P<0.001$) y se muestra la desviación estándar de la media donde n= número de excretas encontradas.

INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

Coliformes totales

Se registró una mayor cantidad de colonias de coliformes totales dentro de los arroyos perturbados, Lagartos y Manzanares, las colonias de coliformes fueron incontables así que utilizamos un número aleatorio que fuera mayor al número de colonias de coliformes que sí se lograron contar (3500) para poder realizar los cálculos matemáticos. Entre los arroyos José y Miranda también se encontraron diferencias en el número de las colonias, presentando el José un mayor número de 1001 colonias/100 ml y el Miranda de 585 colonias/ 100 ml. Existe una tendencia entre el número de colonias/100 ml de coliformes totales y la abundancia relativa de *L. longicaudis* con una pendiente de -0.0063 . [Figura 9]. Pero esta tendencia desaparece al eliminar el arroyo Miranda, dado que la tasa de abundancia para el arroyo José es menor que para el arroyo Lagartos, pero creemos que esto se debe al tamaño de los arroyos, que explicaremos más adelante en la discusión.

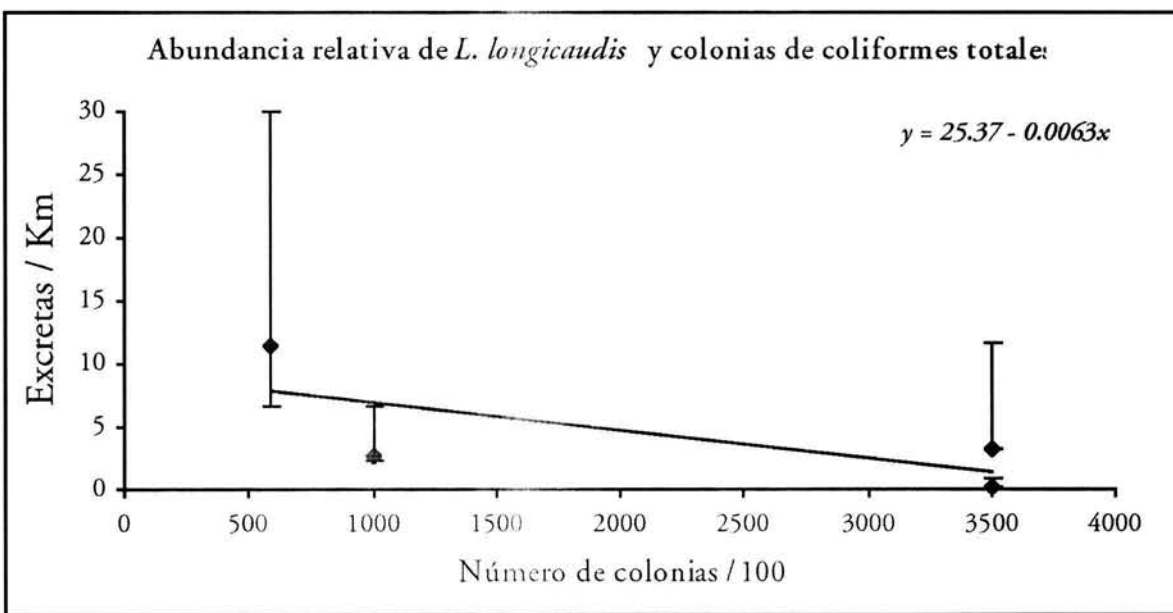


Figura 9. Relación entre las colonias de coliformes por cada 100 ml y la abundancia relativa de *L. longicaudis*. (Los puntos de la derecha son los arroyos perturbados).

Amonio y nitratos

No se encontró una relación entre las concentraciones de formas de nitrógeno como amonio y si eran arroyos no perturbados o perturbados como se observa en la figura 10.

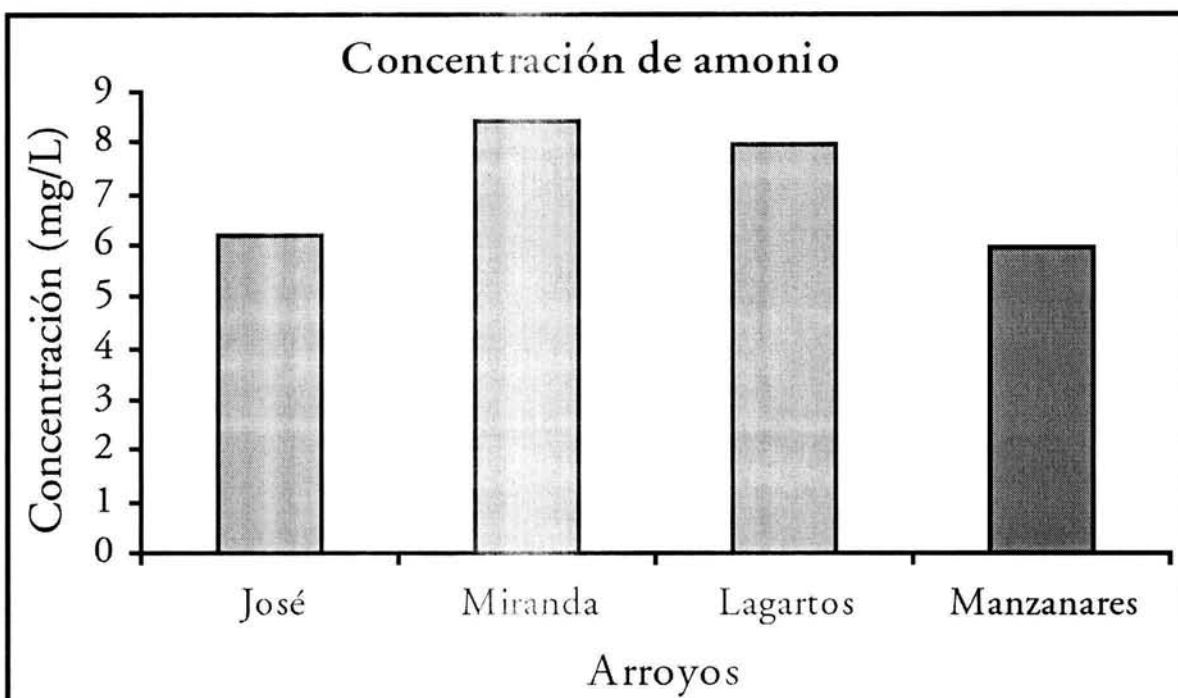


Figura 10. Concentraciones de amonio (mg/l) encontradas en los distintos arroyos, donde no se encontró una diferencia entre éstas.

Las concentraciones de nitratos sí variaron entre los arroyos no perturbados (José y Miranda) y los arroyos perturbados (Lagartos y Manzanares), siendo mayor la concentración en estos últimos como se muestra en la figura 11.

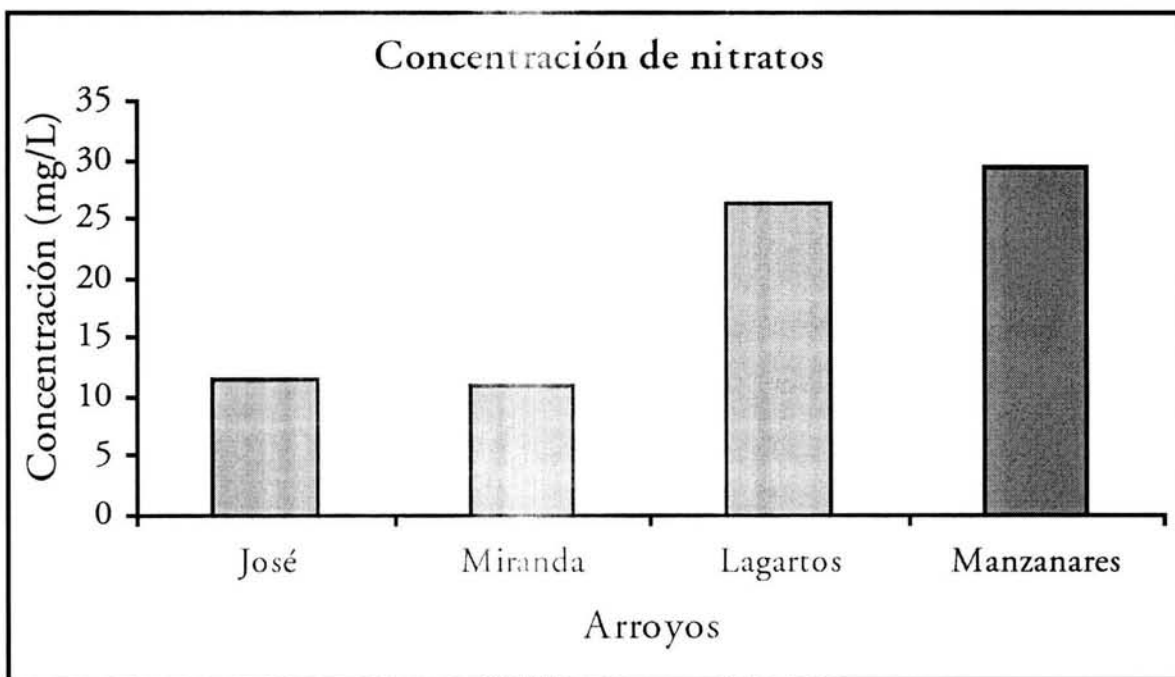


Figura 11. Se puede ver la que la concentración de nitratos en los arroyos perturbados (a la derecha del gráfico) es mayor que para los arroyos no perturbados (Miranda y José).

Cabe señalar que la contaminación de tipo fecal es mayor en los arroyos perturbados que en aquellos no perturbados, en los dos tipos de mediciones que realicé (formas de nitratos y coliformes). [Figura 12].

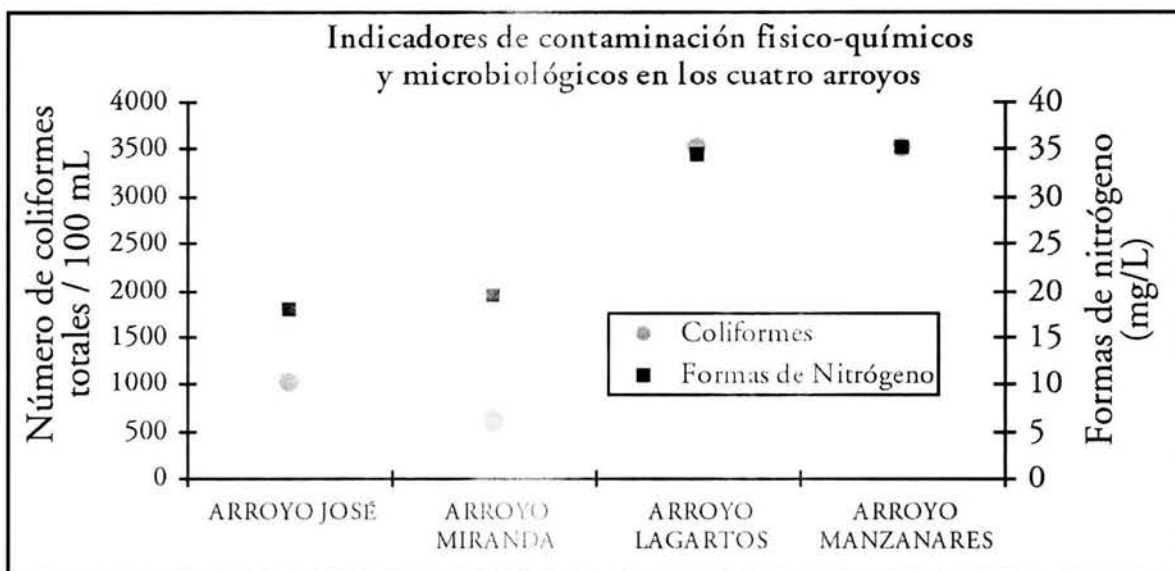


Figura 12. Se puede ver que la contaminación de origen fecal es mayor en los arroyos perturbados que en los no perturbados.

Plaguicidas

Se encontraron 16 distintos plaguicidas tanto en los arroyos no perturbados como en los arroyos perturbados, algunos de estos en concentraciones altas, como son Endosulfan (I, II, aldehído, sulfato), Heptacloro (heptacloro y epóxido de heptacloro) Metoxicloro y BHC (alfa, beta, delta y gamma). [Tabla 2].

Tabla 2. Concentraciones ($\mu\text{g/L}$) de plaguicidas encontrados en el análisis realizado en los cuatro arroyos. Las negritas nos hacen ver qué plaguicidas están por arriba de lo permitido para la conservación de la vida acuática tanto en México (CNA) como para Estados Unidos (EPA).

PARÁMETRO ORGÁNICO (Plaguicidas)	A. JOSÉ ($\mu\text{g/L}$)	A. MIRANDA ($\mu\text{g/L}$)	A. LAGARTOS ($\mu\text{g/L}$)	A. MANZANARES ($\mu\text{g/L}$)	LÍMITE DE DETECCIÓN ($\mu\text{g/L}$)	CNA 2001 ($\mu\text{g/L}$)	EPA ($\mu\text{g/L}$)
Aldrin	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.03	4
Alfa-BHC	<0.003	27	5	<0.003	0.003	2	2
Beta-BHC	4	1	3	<0.003	0.003	2	2
Delta-BHC	4	2	17	8	0.009	2	2
Gamma-BHC	<0.003	0.003	<0.003	<0.003	0.003	2	2
4,4 ¹ -DDD	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	0.011	0.01	1.1
4,4 ¹ -DDT	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0.012	1	1.1
Dieldrin	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	2	1
Endosulfan I	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	0.014	0.2	0.22
Endosulfan II	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.2	0.22
Endosulfan aldehído	267	<0.014	<0.014	3	0.014	0.2	0.22
Endosulfan sulfato	<0.066	<0.066	<0.066	6	0.066	0.2	0.22
Endrin	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.006	0.02	0.023
Heptacloro	<0.003	<0.003	<0.003	90	0.003	0.5	0.52
Epóxido de heptacloro	<0.083	<0.083	<0.083	<0.083	0.083	-	0.52
Metoxicloro	40	3	29	4	0.05	0.005	0.03

Análisis bacteriológico

Con el análisis bacteriológico encontramos que tanto las nutrias que habitan dentro de los arroyos no perturbados como las que habitan en los perturbados presentan las siguientes bacterias: *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* y *Proteus mirabilis*. En el arroyo Lagartos fueron invasivos *Escherichia coli* y *Proteus*

mirabilis, este último también se encontró de manera invasiva en el arroyo José. Para el arroyo Miranda las colonias de bacterias invasivas fueron *Proteus mirabilis* y *Proteus vulgaris*. [Tabla 3].

Tabla 3. Especies de bacterias que fueron encontradas en las heces colectadas en los arroyos José, Miranda y Lagartos. (En el arroyo Manzanares, no se habían colectado aún excretas).

BACTERIAS	A. JOSÉ	A. MIRANDA	A. LAGARTOS
<i>Escherichia coli</i>	•	•	•
<i>Proteus vulgaris</i>	•	•	•
<i>Proteus mirabilis</i>	•	•	•
<i>Bacillus coagulans</i>			•
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	•		•
<i>Lactobacillus plantarum</i>		•	•
<i>Lactobacillus casei</i>			•
<i>Actinomyces pyogenes</i>	•		
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	•	•	
<i>Staphylococcus coagulasa</i>		•	
<i>Corynebacterium</i>	•		
<i>pseudotuberculosis</i>			
<i>Klebsiella</i> sp.		•	
<i>Salmonella</i> sp.		•	
<i>Enterobacter faecium</i>		•	

DIETA

Comparamos las frecuencias observadas entre arroyos no perturbados (José y Miranda) y perturbados (Lagartos y Manzanares). Encontramos que la especie más frecuente fue *Macrobrachium* spp. (langostino) en los arroyos no perturbados, mientras que la especie más frecuente en los arroyos perturbados fueron los insectos. En cuanto a los peces en los arroyos no perturbados encontramos *Petenia* sp. y *Lepisosteus* sp., especies no encontradas o con una frecuencia de ocurrencia muy baja en los arroyos perturbados. En estos últimos los peces más frecuentes observados fueron Pimelodidae y *Cichlasoma* sp. Entre los mamíferos también encontramos frecuencias de ocurrencia diferentes, pues observamos en los arroyos no perturbados tres especies de roedores (*Peromyscus mexicanus*, *Oryzomys alfaroi* y *Heteromys desmarestianus*), mientras que en los arroyos perturbados encontramos la presencia de *Sigmodon hispidus*. [Figura 13].

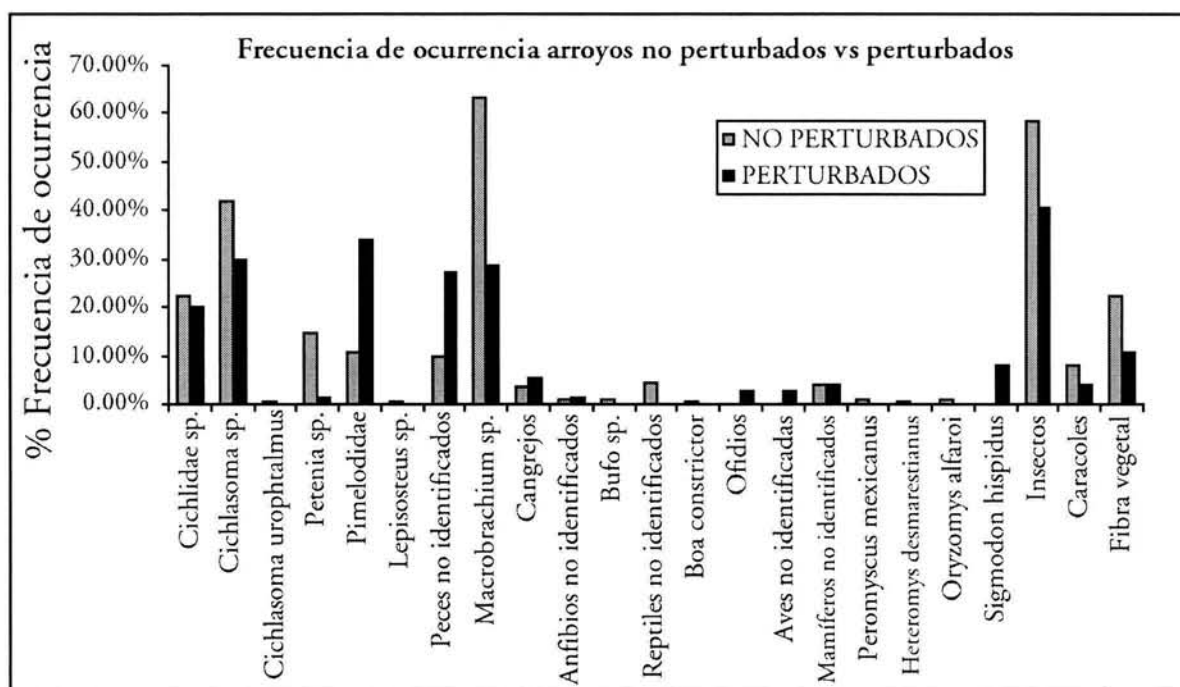


Figura 13. Frecuencia de ocurrencia entre los arroyos no perturbados (José y Miranda) y los arroyos perturbados (Lagartos y Manzanares).

Las presas entre tres de los cuatro arroyos tiene semejanzas en cuanto a la frecuencia de peces y *Macrobrachium* spp., pero para el arroyo Manzanares este último no se encuentra representado. La especie más frecuente en el arroyo José fue *Macrobrachium* spp., la segunda más frecuente fue *Cichlasoma* sp. y la menos frecuente fueron los cangrejos, como se presenta en la tabla 4 y el Apéndice 1.

El arroyo Miranda tiene las mismas especies dominantes que el arroyo José, pero las menos frecuentes fueron *Boa constrictor* y *Lepisosteus* sp. se debe mencionar que estas dos especies sólo fueron registradas en este arroyo (Tabla 3; Apéndice 1). Para el arroyo Lagartos las presas más frecuentes fueron Pimelodidae y *Cichlasoma* sp. y la menos frecuente fue *Petenia* sp. (Tabla 4; Apéndice 1). Por último tenemos las frecuencias del arroyo Manzanares, en el que las especies más frecuentes no pudieron ser identificadas más allá de familia Cichlidae (*Petenia* sp. y *Cichlasoma* sp), como se muestra en la tabla 4 y Apéndice 1.

Si comparamos las frecuencia de la dieta entre los cuatro arroyos encontramos que las especies más frecuentes son los *Macrobrachium* spp., los insectos, y entre los peces los Cichlidae (*Petenia* sp. y *Cichlasoma* sp.). [Tabla 5].

Tabla 5. Presas encontradas en la dieta de *Lontra longicaudis* durante el presente estudio en arroyos no perturbados y perturbados; en negritas se muestran aquellas presas que no se comparten entre los arroyos no perturbados y los perturbados (* presas que no están presentes en ese arroyo).

PRESAS	NO PERTURBADOS	PERTURBADOS
	Frecuencia de ocurrencia (n=285)	Frecuencia de ocurrencia (n=74)
Cichlidae	63	15
<i>Cichlasoma</i> sp.	120	22
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	1	*
<i>Petenia</i> sp.	42	1
Pimelodidae	31	25
<i>Lepisosteus</i> sp.	1	*
Peces no identificados	28	20
<i>Macrobrachium</i> sp.	180	21
Cangrejos	10	4
Anfibios no identificados	2	1
<i>Bufo</i> sp.	3	*
Reptiles no identificados	13	*
<i>Boa constrictor</i>	1	*
Ofidios	*	2
Aves no identificadas	*	2
Mamíferos no identificados	11	3
<i>Peromyscus mexicanus</i>	2	*
<i>Heteromys desmarestianus</i>	1	*
<i>Oryzomys alfaroi</i>	2	*
<i>Sigmodon hispidus</i>	*	6
Insectos	166	30
Caracoles	23	3
Fibra vegetal	63	8

ÍNDICE DE DIVERSIDAD

Comparando los índices de diversidad de Shannon-Wiener entre los arroyos no perturbados y los perturbados se observaron diferencias significativas (t de Hutchenson: $t_0=1.968$; g.l.=300; $P<0.025$).

[Tabla 6].

Tabla 6. Índice de diversidad para los arroyos no perturbados (José y Miranda) y para los arroyos perturbados (Lagartos y Manzanares).

ÍNDICE	NO PERTURBADOS	PERTURBADOS
H'	3.14	2.64

La excreta promedio presenta un índice de diversidad de 1.5. La excreta con un mayor índice de diversidad fue registrada en el arroyo Miranda con una $H' = 2.5$. [Tabla 7].

Tabla 7. Índice de diversidad para las excretas promedio.

ARROYO	ÍNDICE PROMEDIO
JOSÉ	1.5
MIRANDA	1.5
LAGARTOS	1.0
MANZANARES	1.5

VOLUMEN DE AGUA EN CADA ARROYO

Por medio de la fórmula de volumen para el cilindro obtuvimos los siguientes volúmenes de agua para cada uno de los arroyos. [Tabla 8].

Tabla 8. Volumen (m^3) registrado en los diferentes arroyos.

ARROYO	VOLUMEN (m^3)
JOSÉ	11,081
MIRANDA	39,031
LAGARTOS	48,439
MANZANARES	354,460

ABUNDANCIA RELATIVA VS TAMAÑO DEL ARROYO

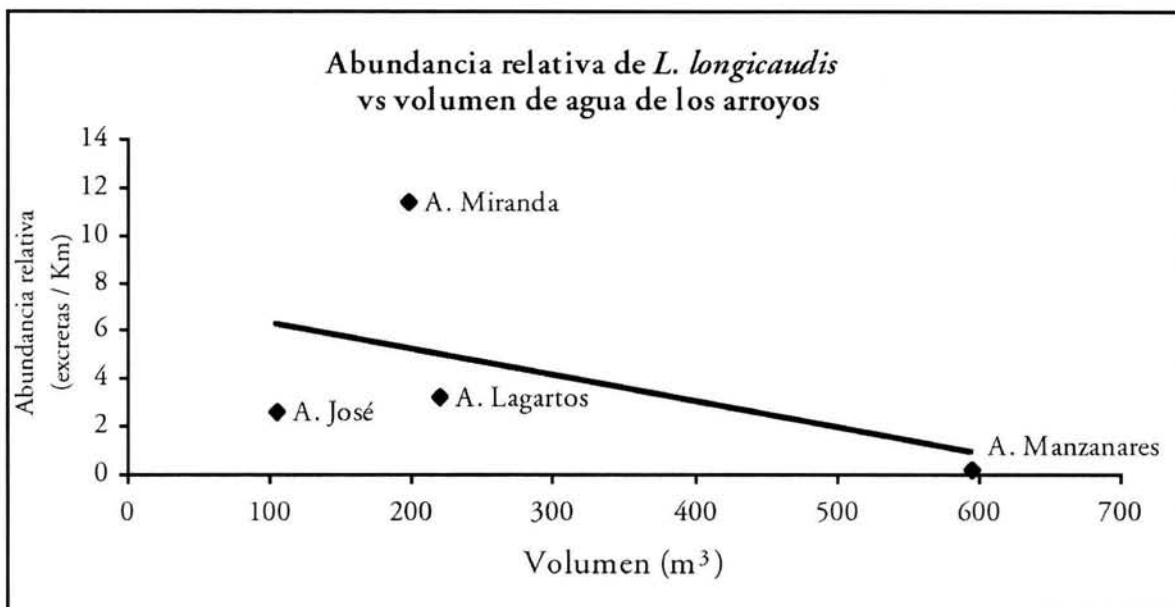


Figura 14. Comparación entre la abundancia relativa de *L. longicaudis* y el volumen de agua en los arroyos.

DISCUSIÓN

ABUNDANCIA RELATIVA

Algunos investigadores han utilizado las excretas para monitorear las poblaciones de nutrias, establecer tendencias en número y preferencias de hábitat así como de dieta (Melquist y Hornocker, 1983; Kruuk y Conroy 1987; Mason y Macdonald, 1987; Estes, 1989; Gorman y Trowbridge, 1989; Kruuk, 1992; 1995; Quadras y Monteiro-Filho, 2001).

En la zona de estudio de los cuatro arroyos, como se esperaba, el arroyo con mayor número de excretas (343) fue el arroyo Miranda, y esta tendencia se mantuvo durante el muestreo. En el arroyo José se encontró un mayor número de excretas durante marzo de 1999 y marzo de 2000. En el arroyo Lagartos se encontraron más excretas en enero y marzo de 2000. Finalmente el arroyo con menor número de excretas (5) fue el arroyo Manzanares; las excretas encontradas en este arroyo son de los dos últimos meses de muestreo (marzo y mayo de 2000).

El conteo de heces nos permitió documentar una mayor abundancia relativa de nutrias en el arroyo Miranda, que es uno de los arroyos con menor perturbación humana, debido a que se encuentra dentro de la reserva. El arroyo Lagartos, que es uno de los dos arroyos perturbados, presentó una mayor abundancia relativa que el arroyo José, aún cuando éste se encuentra menos perturbado. Finalmente, el arroyo Manzanares es el arroyo en el que encontramos la menor abundancia relativa reportada. Los meses con mayor abundancia relativa son enero y marzo de 2000 para el arroyo Miranda, para el arroyo José son marzo de 1999 y marzo de 2000, para el arroyo Lagartos es marzo de 2000 y para el arroyo Manzanares es mayo de 2000.

Contrario a lo que se esperaba, el arroyo José presentó una menor abundancia relativa de *Lontra longicaudis* que el arroyo Lagartos aún cuando este último es un arroyo perturbado, creemos que esto se debe a que el arroyo José es de menor tamaño (11,081 m³ de agua), mientras que el arroyo Miranda (39,031 m³ de agua) y el arroyo Lagartos (48,439 m³ de agua)

son relativamente del mismo tamaño y deberían presentar más o menos la misma abundancia relativa de excretas por kilómetro recorrido. El arroyo Manzanares es el más grande de los cuatro (354,460 m³ de agua) y como ya mencionamos el de menor abundancia relativa.

Dado que el arroyo José es el de menor tamaño de los cuatro arroyos, suponemos que la abundancia relativa de las nutrias podría estar relacionada con la capacidad de carga del arroyo, (arroyos pequeños, asociados con una capacidad de carga menor). La capacidad de carga se puede relacionar tanto con el tamaño de las poblaciones de presas (Cichlidae, *Macrobrachium* sp.) como con la población de las nutrias *per se*. Entre los arroyos perturbados el que presentó mayor abundancia relativa fue el arroyo Lagartos, creemos que esto se debe a que este arroyo presenta todavía una cobertura vegetal, que en otras investigaciones se ha demostrado que es importante ya que brinda refugio a las nutrias (Kruuk, 1995; Macdonald y Mason, 1990). El arroyo Manzanares presenta la menor abundancia relativa encontrada aún cuando es el arroyo más grande, pero es uno de los dos arroyos perturbados y además no presenta cobertura vegetal.

Al realizar la prueba estadística de χ^2 encontramos que si hay diferencias significativas entre los cuatro arroyos, pero esto se hace aún más claro cuando promedió los arroyos no perturbados (arroyo José y Miranda) y los perturbados (arroyo Lagartos y Manzanares). Al realizar el estadístico (χ^2) podemos observar que hay una diferencia significativa entre los arroyos no perturbados y los perturbados. Los no perturbados presentan la mayor abundancia relativa de *Lontra longicaudis*. Esto puede estar relacionado con el grado de contaminación biológica y química, con la vegetación que se encuentra en los alrededores de los arroyos, el número de presas presentes y a la perturbación encontrada en los arroyos.

Al comparar nuestro estudio con estudios realizados sobre abundancia relativa de *Lontra longicaudis* en México, encontramos que la abundancia relativa en el arroyo Miranda es mayor que en cualquiera de los otros estudios, que se han llevado a cabo. [Quintana Roo, Sonora y Oaxaca (Orozco, 1998; Gallo, 1996; Cruz Alfaro, 2000)]. Orozco y Gallo aseguran que la baja

abundancia relativa se debe a que las zonas donde se realizaron los estudios presentan una fuerte influencia antropogénica.

El método más común para censar nutrias se basa en el conteo de excretas (Mason y Macdonald, 1986). Las heces son frecuentemente la única evidencia de la presencia de los animales, pueden ser bastante conspicuas, y frecuentemente se encuentran en sitios sobresalientes, como rocas o troncos. El sondeo en una zona específica se basa en la presencia o ausencia de excretas. Sin embargo, hay serios problemas con este método. Evidentemente, cuando hay excretas, hay nutrias, y en general, en áreas donde hay muchas excretas debe haber más nutrias que en áreas donde las excretas son escasas. Pero las nutrias frecuentemente defecan al nadar (Kruuk, 1995). Por lo tanto la ausencia de excretas, no necesariamente determina la ausencia de nutrias (Kruuk, 1995). Aunado a esto está el hecho de que las nutrias utilizan letrinas, lo que aumenta el número de excretas en ciertas áreas, y esto genera un aumento en la abundancia relativa. Dado esto se puede sobreestimar o subestimar el número de nutrias presentes en el área. El método de observación directa, propuesto por Kruuk, es como él mismo menciona, costoso, y además solo se puede utilizar en áreas donde nada obstaculice la visibilidad, y sea fácil observar a las nutrias, como es el caso de las Islas Shetland en Escocia, claro está que este método da una aproximación más cercana al número de nutrias que ocupan esa área.

Por lo tanto aunque el método de conteo de excretas no sea exacto, es el más fácil de utilizar, pero hay que tener en cuenta, que no se está dando un número preciso de la población, sino solo un índice de abundancia. Y dado que es necesario conocer el estado de las poblaciones, para así poder tomar las medidas necesarias para su conservación, y el mantenimiento del hábitat, es el método que más se utiliza.

INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

Se utilizaron como indicadores de calidad de agua tres grupos de parámetros que son:

1. Bacterias indicadoras de materia fecal en agua (UFC/100mL).
2. Parámetros físico-químicos inorgánicos principalmente compuestos nitrogenados.
3. Componentes orgánicos representados por plaguicidas organoclorados.

Bacterias indicadoras: coliformes totales

De acuerdo con los resultados no es posible saber el origen de la contaminación bacteriana. Las cargas bacterianas sobrepasan el límite permisible para fuente de abastecimientos de agua (EPA, 1998; CNA, 2001) y de conservación y protección para la vida acuática (EPA, 1999; CNA, 2001) en 3 de los cuatro casos (José, Lagartos, Manzanares). Y no es apta para consumo humano en ninguno de los casos. Los arroyos con mayor número de colonias de coliformes totales utilizados como indicadores de materia fecal son, como se esperaba los arroyos perturbados —arroyo Lagartos y Manzanares—. También se encontraron diferencias entre los arroyos Miranda y José, siendo éste último el que presenta mayor número de colonia por cada 100mL, entre los no perturbados. Esto puede deberse a la cercanía de la estación biológica Chajul y al volumen de agua en este arroyo.

Existe una tendencia entre el número de colonias de coliformes totales y la abundancia relativa de *L. longicaudis*, pero esta tendencia desaparece al eliminar al arroyo Miranda de la gráfica dado que la abundancia relativa del arroyo José es menor que la del arroyo Lagartos. Esto puede deberse a que el arroyo José es un arroyo pequeño por lo que la abundancia relativa encontrada es menor.

Amonio y nitratos

Amonio y nitratos cuya fuente puede ser materia fecal, de animales homeotermos o productos utilizados como fertilizantes. La concentración de amonio no se correlacionó con el grado de perturbación presente en los arroyos. Dado que no hubo diferencias entre los arroyos. Pero sobrepasa el límite permitido para la protección de la vida acuática según la CNA (2001) y EPA (1999). Así como los límites para su uso potable (DOF, 2000). Por el contrario las concentraciones de nitratos presente en los arroyos Manzanares y Lagartos son mayores que la concentración en los arroyos Miranda y José, esto se debe a que las concentraciones de nitrato se incrementan al excederse en el uso de fertilizantes inorgánicos, por fosas sépticas y desperdicios animales, como los arrojados por el ganado e indica que existen buenas condiciones de oxigenación por lo que el amonio puede transformarse en nitratos. Las concentraciones de nitratos encontradas en los cuatro arroyos sobrepasa los límites permitidos para la protección de la vida acuática (CNA, 2001; EPA, 1999). Así como los límites para su uso potable (EPA, 1998; DOF, 2000).

Las concentraciones altas de nitratos provocan la disminución del oxígeno disuelto en el agua, así como la acidificación del agua, afectando el desarrollo de varias especies acuáticas (Novotny y Olsen, 1993).

Se ha reportado que para la especie *Macrobrachium rosenbergii*, el pH afecta la supervivencia, el crecimiento de los langostinos, la muda y la alimentación (Chen y Chen, 2003).

Los resultados muestran que los arroyos Lagartos y Manzanares presentan una mayor carga de desechos de tipo orgánico lo que se hace evidente por una mayor cuenta bacteriana y mayor concentración de nitratos y en general una mayor concentración de las dos formas de N en forma acumulativa que los arroyos José y Miranda.

Plaguicidas

Con base en los resultados del muestreo durante uno de los meses en la temporada de lluvias del 2000 (septiembre) es posible decir:

A priori se consideraban dos arroyos no perturbados, esto es José y Miranda y dos arroyos con un mayor grado de degradación de la calidad del agua por su apariencia física (Lagartos y Manzanares).

Lo que muestra el análisis de plaguicidas organoclorados es una mayor concentración de los 16 plaguicidas organoclorados en conjunto en el arroyo José, seguido de el Manzanares, Lagartos y Miranda. El plaguicida predominante es el Endosulfán (Endosulfán I, II, aldehído y sulfato) seguido de Heptacloro (Heptacloro y Epóxido de Heptacloro) Metoxicloro y BHC en varias de sus formulaciones (alfa, beta, delta y gamma).

Estos plaguicidas sobrepasan los niveles permitidos para la conservación y protección de la vida acuática (EPA, 1999; CNA, 2001), así como de las fuentes de abastecimiento para uso público urbano y riego agrícola (EPA, 1998; CNA, 2001; DOF, 2000). Cabe señalar que ninguno de los arroyos se puede utilizar como fuente de agua potable (EPA, 1999; CNA, 2001). Varios de estos 16 plaguicidas pueden volatilizarse y contaminar otras zonas.

Cabe hacer notar que las formas de DDT y DDD cuyo uso ha sido prohibido se encuentran por abajo del límite de detección, aunque solían ser aplicadas por la Secretaría de Salud (CICOPLAFEST, 1996).

Cabe aclarar que los plaguicidas organoclorados son un grupo de los cuatro posible plaguicidas que se usan en México. En general, son los más usados por ser más económicos pero tienen el inconveniente de ser más persistentes y más tóxicos. Al haber sido utilizados durante más tiempo las plagas adquieren resistencia y los agricultores usan cockteles de plaguicidas que es una mezcla de ellos, de lo cual se desconoce el efecto en humanos y animales.

Los plaguicidas encontrados por arriba del límite tiene las siguientes características y pueden afectar a humanos y animales.

Metoxicloro: (arroyo José, Miranda, Lagartos y Manzanares) es un insecticida utilizado en la agricultura y para matar mosquitos, moscas, cucarachas y otros insectos, y no se disuelve fácilmente en agua, y es un plaguicida que persiste en el medio ambiente. Además se ha demostrado que tiene efectos sobre la reproducción (Klaassen *et al.*, 1986). Compuesto de uso restringido en México y sólo podrán ser adquiridos si se tiene un permiso del Gobierno Federal (CICOPLAFEST, 1996).

Endosulfan aldehído: (arroyo José y Manzanares) es un insecticida utilizado en la agricultura, no soluble en agua, puede llegar a volatilizarse y es bioacumulable (www.epa.gov/waterscience/criteria/goldbook.pdf).

Isómeros de BHC (alfa, beta, delta, gama): (arroyo José, Miranda, Lagartos y Manzanares) insecticida utilizado directamente sobre los ambientes acuáticos para matar mosquitos, alta solubilidad en agua, así como un alto factor de bioacumulación, hay estudios contradictorios acerca de los efectos de este plaguicida algunas investigaciones mencionan que es un compuesto soluble en lípidos, cancerígeno, afecta sobre todo el hígado y tiene efectos sobre la reproducción. Otras investigaciones mencionan que los animales jóvenes son más sensibles al efecto tóxico que los adultos de la mismas especie, y las que mencionan que el lindano (gama-BHC) se metaboliza rápidamente y es secretado en la orina y en la leche (www.epa.gov/waterscience/criteria/goldbook.pdf) Plaguicida prohibido en México (DOF, 1991).

Heptacloro: Efecto carcinogénico, y por su estructura complicada es un plaguicida que se degrada con dificultad en el medio ambiente, y se cree que al igual que el DDT y el dieldrin es bioacumulable (Klaassen *et al.*, 1986).

La persistencia de estos cuatro plaguicidas se debe a su estructura química, basada en un anillo de benceno y cloro. Además son plaguicidas solubles en lípidos, bastante estables química y biológicamente por lo que su degradación en el medio es difícil (Klaassen *et al.*, 1986).

Los contaminantes pueden influir directa o indirectamente en los organismos. Los efectos indirectos incluyen daños en la provisión de alimento o el hábitat de las nutrias. Los efectos directos, tienen un impacto directo sobre el animal, resultando en la muerte de los animales por la alta toxicidad del compuesto, o disminuyendo su rendimiento, reduciendo así la habilidad para reproducirse con éxito o sobrevivir en condiciones ambientales difíciles.

Se sabe que los plaguicidas organoclorados han causado la disminución masiva en el número de algunas especies de aves y mamíferos, y altas concentraciones de estos han sido reportadas en la nutria euroasiática, la nutria de río norteamericana, y la nutria marina (Mason y Macdonald, 1986). Es escasa la evidencia de que los plaguicidas hayan causado una disminución en las poblaciones de nutrias, pero dado el comportamiento escurridizo y evasivo de estas, la disminución de las poblaciones puede pasar desapercibida. Se atribuye la disminución de la población de nutria euroasiática en Inglaterra durante el período en el que en este país se utilizaban este tipo de plaguicidas, actualmente prohibidos en países desarrollados (Mason, 1989).

Se ha reportado que para *Putenia* sp., los organoclorados como el Metoxicloro, Endosulfan aldehído, Beta-BHC, Gama-BHC, dieldrin, TDE endrin y DDT afectan a las especies de la siguiente manera: deformaciones en el esqueleto, necrosis en el hígado y riñón, así como la presencia de tumores (Urdaneta, Medina y Acosta, 1995).

Cabe resaltar que las muestras para el análisis de plaguicidas fueron tomadas en la época de lluvias, septiembre del 2000, por lo que estos compuestos de espera que estén más diluidos que en época de secas, en la cual las concentraciones de plaguicidas deben elevarse.

Una de las razones por las que se cree que están contaminados los arroyos no perturbados es por la presencia de monocultivos de droga dentro de la reserva.

Análisis bacteriológico en heces fecales de nutrias

El análisis bacteriológico se reportó para varias especies de bacterias que se encontraron en las heces de las nutrias, algunas de estas especies deben estar presentes en el tracto intestinal de las nutrias, pero no se encontraron publicaciones sobre la flora intestinal de las nutrias. Cabe destacar que en el arroyo Lagartos se reportó en heces fecales dos especies, *Escherichia coli* y *Proteus mirabilis*, de manera invasiva (FMVZ, UNAM). La primera se encuentra normalmente en el intestino del hombre y de los animales, pero puede llegar a contaminar corrientes de agua. La segunda es una bacteria no patógena abundante en la naturaleza, pero dado que en el arroyo Lagartos, las bacterias coliformes se encontraron en conteos altos, no es raro que también estén creciendo de manera invasiva en el tracto intestinal de las nutrias, las bacterias que en otras condiciones serían parte de la flora normal. Según lo encontrado en la bibliografía las demás especies de bacterias encontradas forman parte normal de la flora de los animales.

HÁBITOS ALIMENTICIOS

Cada método para analizar los hábitos alimenticios de los carnívoros tiene sus ventajas y sus desventajas. El método que se escoja dependerá de los objetivos del estudio, las circunstancias y el hábitat. El método más común para obtener información sobre la dieta de las nutrias ha sido el análisis de las excretas, identificando así los restos de las presas (Knudsen y Hale, 1968; Rowe-Rowe, 1977; Melquist y Hornocker, 1983; Gallo, 1989; Spinola y Vaughan, 1995b;

Helder-José y Andrade, 1997; Pardini, 1998; Macías-Sánchez y Aranda, 1999; Quadras y Monteiro, 2001), aunque este método puede en algunos casos subestimar o sobreestimar el consumo de las presas (Spinola y Vaughan, 1995b). En 1968 Erlinge, reportó que para la nutria euroasiática en cautiverio, el análisis de la dieta a través de las excretas si bien tiende a sobreestimar las presas con grandes proporciones de partes duras, y subestimar a los peces grandes o sin escamas, estima con razonable exactitud, la importancia relativa de las mismas.

La dieta de *L. longicaudis* en este estudio estuvo compuesta principalmente por presas acuáticas y basada casi exclusivamente en crustáceos y peces. Los insectos son un componente importante, pero no sabemos si fueron presas de peces ingeridos por las nutrias o presas directas de estas. Se encontraron restos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en las excretas analizadas, estas presas también fueron reportadas por Gallo (1989), y por Helder-José y Andrade (1997) para la misma especie de nutria; para *Lontra canadensis* (Melquist y Hornocker, 1983), *Lutra lutra* (Erlinge y Jensen, 1981; Adrián y Delibes, 1987; Kruuk, 1995); *Aonyx capensis* y *Lutra maculicollis* (Rowe-Rowe, 1976).

En un estudio realizado en Costa Rica en la Estación Biológica La Selva (Spinola y Vaughan, 1995b), reportan, al igual que en el presente estudio, que la especie más frecuente en la dieta de *L. longicaudis* fue *Macrobrachium* sp., pero al comparar la frecuencia entre los arroyos no perturbados y los perturbados, encontramos que sólo es la especie más frecuente en los primeros indicándonos que probablemente haya una alta disponibilidad de esta especie en arroyos que no presentan niveles altos de contaminación orgánica como los encontrados en el arroyo Lagartos y Manzanares. Se sabe que *Macrobrachium* sp., es una especie sensible a la contaminación de tipo orgánica. Cabe mencionar que puede utilizarse otros indicadores de contaminación mismos que no se aplicaron en este caso. También para *Aonyx capensis* y *Lutra maculicollis* en Sudáfrica la especie más frecuente en la dieta es un crustáceo (*Potamonautes* sp.) (Rowe-Rowe, 1977). En un estudio realizado por Helder-José en Brasil (1997), los crustáceos fueron la segunda presa más

frecuente. Las nutrias pueden ingerir un gran número de estos en cortos periodos de tiempo y obtienen así un gran rendimiento de biomasa por unidad de tiempo de alimentación (Spinola y Vaughan, 1995b).

La siguiente presa más frecuente fueron los peces, entre estos *Cichlasoma* sp. fue la más frecuente, la siguiente *Petenia* sp. solo en los arroyos no perturbados y finalmente Pimelodidae esta última fue la más frecuente en los arroyos perturbados. Las familias Cichlidae y Pimelodidae ya habían sido reportadas como presas (Spinola y Vaughan, 1995b; Helder-José, 1997). Debemos mencionar que en el arroyo Miranda se encontró la especie *Lepisosteus* sp., esto es importante ya que ahora esta especie es escasa en esta zona.

Entre los restos de anfibios encontramos *Bufo* sp., en el estudio realizado por Gallo, 1989, menciona especies de rana (*Hyla* sp. y *Smilisca baudini*) pero no se ha reportado esta especie como presa de *L. longicaudis*. En el trabajo realizado por Helder-José (1997) se menciona que se alimenta de anfibios pero no se reportan especies. Para las especies de nutrias *Aonyx capensis* y *Lutra maculicollis* se encontró que se alimentaban de un género de anfibio (*Xenopus* sp.) como la especie más frecuente.

Se encontraron restos de ofidios de los cuales no se pudo obtener la especie. En el arroyo Miranda se encontró *Boa constrictor*, dentro de una excreta de nutria. Se ha reportado que *L. longicaudis* se alimenta de *Basiliscus vittatus* (Macías-Sánchez y Aranda, 1999) y Spinola y Vaughan (1995b) reportan el consumo de iguánidos. Para la nutria euroasiática se ha reportado el consumo de reptiles (Ruíz-Olmo *et al.*, 1989).

Las especies de mamíferos encontradas en este estudio son roedores, entre los que encontramos *Peromyscus mexicanus*, *Heteromys desmarestianus*, *Oryzomys alfaroi* y *Sigmodon hispidus*. *Peromyscus mexicanus* y *Heteromys desmarestianus* fueron reportados como especies de requerimientos específicos, asociadas a bosques tropicales (Medellín y Redford, 1992), mientras que para *Sigmodon hispidus* se reporta una gran densidad poblacional en potreros (Zarza, 2001).

Esta especie podríamos relacionarla con la perturbación presente en dos de los arroyos (Lagartos y Manzanares) y con los hábitos oportunistas de las nutrias. Se han reportado con anterioridad el consumo de mamíferos para esta especie (Gallo, 1989; Helder-José y Andrade, 1997; Quadras y Monteiro-Filho, 2001) para la nutria euroasiática se reportó en la dieta *Oryctolagus cuniculus* (Ruiz-Olmo *et al.*, 1989; Kruuk, 1995) y para *Aonyx capensis* se reportó el consumo de *Otomys* sp. (Rowe-Rowe, 1997).

La dieta de *L. longicaudis* presenta variaciones en cuanto a las especies consumidas debido fundamentalmente a que cubre diferentes tipos de hábitat, donde encontramos diferentes especies dadas las variaciones geográficas. Como se ha reportado con anterioridad la presa más frecuente son los peces, posteriormente los crustáceos, reptiles y anfibios, así como aves y mamíferos en ese orden (Pardini, 1997; Helder-José y Andrade, 1997; Quadras y Monteiro-Filho, 2001). La dieta de *L. longicaudis* en la Selva Lacandona es similar a las dietas reportadas con anterioridad, con una mayor frecuencia de anfibios que en reportes anteriores. El consumo de mamíferos y aves en la dieta es ocasional y oportunista (Quadras y Monteiro-Filho, 2001).

La dieta varía dependiendo de la disponibilidad de las presas como podemos observar en este estudio, donde los cuatro arroyos se encuentran en la misma región geográfica, pero dos de ellos se encuentran con un mayor índice de contaminación orgánica y podríamos suponer que esta es una razón para que varias de las especies frecuentemente consumidas, pasen a ser consumidas ocasionalmente.

ÍNDICE DE DIVERSIDAD

Sí se encontraron diferencias significativas al aplicar los índices de diversidad de Shannon-Wiener, entre lo que se consideraron los arroyos no perturbados y los perturbados *a priori*. Al realizar el mismo índice pero ahora para las excretas, encontramos que las excretas más diversas las encontramos en el arroyo Miranda, y el índice promedio es igual para tres de los arroyos

(José, Miranda, Manzanares) aunque para este último se encontraron solamente 5 excretas. El arroyo con el menor índice de diversidad en las excretas fue el arroyo Lagartos. Esto puede deberse a los niveles altos de contaminación bacteriológica, y de nitratos.

¿BIOINDICADOR O NO?

Así como en los países europeos se ha utilizado a la nutria euroasiática como especie bioindicadora (Foster-Turley, 1990; 19992; Kruuk, 1995; Prenda y López, 1999), la nutria neotropical cumple como especie bioindicadora, en esta zona tropical dado que es sensible a la contaminación orgánica (i. e. bacterias, amonio y nitratos) del hábitat. Aunado a esto es una especie fácil de monitorear, ya que sus letrinas se encuentran en lugares conspicuos. La presencia de nutrias en un arroyo o río apunta a la existencia de una serie de condiciones ambientales precisas, relacionadas con la disponibilidad de alimento y refugio. Aquellos cursos de ríos que presentan niveles bajos de contaminación, presentan alta cobertura vegetal en la ribera y disponen de presas suficientes, en particular de peces, reúnen mayores posibilidades de contar con nutria que aquellos que presentan las características opuestas.

CONCLUSIONES

- La abundancia relativa de *L. longicaudis* es mayor en los arroyos considerados “no perturbados” que en los “perturbados”.
- La contaminación de los arroyos es en gran medida de origen biológico.
- La abundancia relativa de la nutria está negativamente correlacionada con la contaminación biológica.
- La nutria neotropical puede ser utilizada como una especie bioindicadora de la perturbación y contaminación de tipo bacteriológica y por nutrientes..
- La dieta de *L. longicaudis* en la Selva Lacandona es muy similar a la dieta reportada para esta especie en Costa Rica, Brasil y otras regiones de México siendo principalmente piscívora-crustácivora y oportunista.
- No se encontraron diferencias entre los arroyos “no perturbados” y los “perturbados” en cuanto a la diversidad de la dieta.
- El efecto de la contaminación bacteriológica y por nutrientes es inmediato y evidente.
- El efecto de los plaguicidas organoclorados no es aún notorio. Esto debe tomarse como un punto para nuevos estudios.
- El efecto de bioacumulación de las plaguicidas organoclorados en la cadena alimenticia de *Lontra longicaudis* aún no es evidente.



BIBLIOGRAFÍA

Adrián, M. I. y M. Delibes. 1987. Food habits of the otter (*Lutra lutra*) in two habitats of Doñana National Park, SW Spain. *Journal of Zoology (London)* 212:399-406.

Aliphat-Fernandez, M. M. 1996. Arqueología y paisajes del Alto Usumacinta. *Arqueología Mexicana* 5(22):24-29

Álvarez del Toro, M. 1991. Los mamíferos de Chiapas. Segunda edición. Gobierno del Estado de Chiapas, Consejo Estatal de Fomento a la Investigación y Difusión de la cultura, DIF Chiapas, Instituto Chiapaneco de Cultura, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 150 pp.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO- Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 pp.

Arita, H. T. 1985. Identificación de los pelos de guardia dorsales de los mamíferos silvestres del Valle de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 128 pp.

Bas, N., D. Jenkins y P. Rothery. 1984. Ecology of otters in northern Scotland, V. The Distribution of otters *Lutra lutra* faeces in relation to bankside vegetation on the River Dee in summer 1981. *Journal of Applied Ecology*, 21: 507-513.

Bardier, G. 1992. Uso de los recursos y características del hábitat del "lobito de río" *Lutra longicaudis* (Olfers, 1818) (Mammalia Carnivora) en el Arroyo Sauce, de Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, 7:59-60. En Larivière, S. 1999. *Lontra longicaudis*. *Mammalian Species*. 609:1-5.

Bailey, N. T. J. 1995. Statistical methods in biology. Third edition. Cambridge University Press. 255 pp.

Blacher, C. 1987. Ocorrência e preservação de *Lutra longicaudis* (Mammalia: Mustelidae) no litoral de Santa Catarina. *Boletim da Fundação Brasileira para Conservação da Natureza*,

22:105-117. *En* Foster-Turley, P. 1990. Introduction and overall recommendations. Pp.1-3, *En* Otters: an action plan for their conservation (P. Foster-Turley, S. Macdonald, and C. Mason, eds.). Proceeding of the International Union for the Conservation of Nature, Otter Specialist Group Meeting, Gland, Suiza, 126 pp.

Bekoff, M. 2001. Human-carnivore interactions: adopting proactive strategies for complex problems. Pp. 178-195. *En* Carnivores Conservtion. Conservation Biology 5. Gittleman J. L., S. M. Funk, D. Macdonald y R. K. Wayne Eds. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.

Bertonatti, C. y A. Parera. 1994. Lobito de río. Revista Vida Silvestre, Nuestro Libro Rojo, Fundación Vida Silvestre Argentina, Ficha No. 34:2.

Bundell, G. M., M. Ben-Davis, P. Groves, R. T. Bowyers y E. Geffen. 2002. Characteristics of sex-biased dispersal and gene flow in coastal river otters: implications for natural recolonization of extirpated populations. *Molecular Ecology* 11:289-303.

Cabrera, A.1957. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. I (Matatheria-Unguiculata-Carnivora). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadicia" e Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales, Ciencias Zoológicas, 4:1-307. *En* Larivière, S. 1999. *Lontra longicaudis*. Mammalian Species. 609:1-5.

Carss, D. N. 1995. Foraging behavior and feeding ecology of the otter *Lutra lutra*: A selective review. *Hystrix*, (s. n.)7(1-2):179-194.

Ceballos G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. Pp. 167-198, *En* Topics in Latin American mammalogy: history, biodiversity, and education (M. A. Mares y D. J. Schmidly) University of Oklahoma Press, Norman, 468 pp.

Chanin, P. R. F. y D. J. Jefferies. 1978. The decline of otters *Lutra lutra* L. in Britain: an analysis of hunting records and discussion of causes. *Biological Journal Linnean Society*, 10:305-328

Chehébar, C. 1990. Action Plan for Latin American otters. Pp. 64-73, *En Otters: an action plan for their conservation* (P.Foster-Turley, S. Macdonald, and C. Mason, eds.). Proceeding of the International Union for the Conservation of Nature, Otter Specialist Group Meeting, Gland, Switzerland, 126 pp.

Chen, S. y J. Chen. 2002. Effects of pH on survival, growth, molting and feeding of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 218:613-623.

CITES. 1995. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora Appendix I.

CICOPLAFEST, 1996. Catálogo Oficial de Plaguicidas. Comisión Intersecretarial para el Control y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Clesceri, L. S., A. E. Greenberg, A. D. Eaton, Eds. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20a edición. American Public Health Association, American Water Works Association y Water Environment Federation. Washington D. C.

CNA. 2001. Ley Federal de desechos en materia de agua. México, D. F.

Cook, S. E.K. 1976. Quest for an index of community structure sensitive to water pollution. *Environmental Pollution* 11:269-288.

Courtemanche, M. y V. Legendre. 1995. Os de Poissons: Nomenclature codifiée, noms français et anglais. Report technique 06-38, 61 pp.

Diario Oficial de la Federación. 1991. La importación, fabricación, formulación, comercialización y uso plaguicidas prohibidos en México.

Diario Oficial de la Nación. 1978. Decreto por el cual se declara de interés público el establecimiento de la zona de protección forestal de la cuenca del río Tulijá, así como la Reserva de la Biosfera Montes Azules. 12 de enero, México. Tomo CCCXLVI, No. 9.

Davis, D. E. y R. L. Winstead. 1980. Estimating the number of wildlife population. Pp. 221-245. *En Wildlife Managemetn Techniques Manual* (S. D : Schemnitz, ed.). The wild life society. Washington, D. C.

De Vos, J. 1988. Oro verde. La conquista de la Selva Lacandona por los madereros tabasqueños, 1822-1949. Fondo de Cultura Económica-ICT, México, D. F. 330 pp.

De Vos, J. 1988. La paz de Dios y del Rey. La conquista de la Selva Lacandona (1525-1821). Fondo de Cultura Económica-SEC, México D. F. 504 pp.

De Vos, J. 1996. Semblanzas del río Usumacinta. *Arqueología Mexicana* 5(22):54-63

Domínguez-Cisneros, S. y R. Rodiles-Hernández. 1998. Guía de peces del Río Lacanjá, Selva Lacandona, Chiapas, México. Guías científicas. El Colegio de la Frontera Sur, 68 pp.

Eisenberg, J. F. 1989. *Mammals of the Neotropics: the northern Neotropics*. Panama, Colombia, Venezuela, Guayana, Suriname, French Guiana. The University of Chicago Press, Chicago, 1:1-449.

Eisenberg, J. F. y K. H. Redford. 1999. *Mammals of the neotropics: the Central Neotropics*. Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. The University of Chicago Press, Chicago, 3:1-609.

Emmons, L. H. 1999. *Neotropical Rainforest Mammals, a field guide*. The University of Chicago Press, Chicago, 307 pp.

Entwistle, A. C., S. Mickleburgh y N. Dunstone. 2000. Mammal conservation: current context and priorities. Pp. 1-7, *En Priorities for the conservation of mammalian diversity*. Has the Panda had its day?, *Conservation Biology* 3. Editado por Entwistle, A. y N. Dunstone. Cambridge, University Press.

Erlinge, S. 1968. Food studies on captive otters, *Lutra lutra* L. *Oikos* 19:259-270.

Erlinge, S. y B. Jensen. 1981. The diet of otters *Lutra lutra* L. In Denmark. *Natura Jutlandica* 19:161-165. En Spinola, R., y C. Vaughan. 1995b. Dieta de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en la estación biológica La Selva, Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4(2):125-132.

Fernández-Álvarez, R. M., M. Carballo-Cuervo, C. De La Rosa-Jorge y J. Rodríguez-De Lecea. 1991. The influence of agricultural run-off on bacterial population in a river, *Journal of Applied Bacteriology*, 70:437-442

Foster-Turley, P. 1990. Introduction and overall recommendations. Pp.1-3, *En Otters: an action plan for their conservation* (P. Foster-Turley, S. Macdonald, and C. Mason). Proceeding of the International Union for the Conservation of Nature, Otter Specialist Group Meeting, Gland, Switzerland, 126 pp.

Foster-Turley, P. 1992. Conservation ecology of sympatric Asian otters *Aonyx Cinerea* and *Lutra Perspicillata*. Ph.D. Dissertation Services, University of Florida. 171 pp.

Gallo, J. P. 1989. Distribución y estado actual de la nutria o perro de agua (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) Sierra Madre del Sur , México. Tesis de Maestría en Ciencias (biología). Facultad de Ciencias. División de Estudios de Postgrado. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 236 pp.

Gallo, J. P. 1991. The status and distribution of river otters (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in Mexico. Pp. 57-62. V International Otter Colloquium. Habitat No. 6. Hankensbuttel. En Cruz-Alfaro, J. 2000. Abundancia relativa de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) del Río Zimatan, Costa de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Nacional Agropecuario de Oaxaca N°23. ExHacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. Pp.83.

Gallo, J. P. 1996. Distribution of the neotropica river otter (*Lutra longicaudis annectens*, 1897) in the Rio Yaqui, Sonora, Mexico. Report. IUCN. Otter Specialist Group Bulletin. 13 (1):27-31

Gallo, J. P. 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. Revista Mexicana de Mastozoología 2:10-32

Gorman, M. L. y B. J Trowbridge. 1989. The role of odor in the social lives of carnivores. Pp. 57-88. *En* Carnivores behavior, ecology, and evolution (Gittleman, H. L. editor) Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press, Nueva York.

Hall, E. R. 1981 The mammals of North America. Vols. 1 y 2. John Wiley: New York, USA. 1181 pp.

Harris, C. J. 1968. Otters: a study of recent Lutrinae. Weinfield and Nicolson, London, 397 pp.

Helder-José y H. Ker de Andrade. 1997. Food and feeding habits of the neotropical river otter *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae) Mammalian 61(2):193-203.

Herrera-MacBryde, O. y R. A. Medellín. 1997. Lacandon rain forest region. Pp. 125-127, *En* Centers of Plant Diversity, Vol 3, The Americas (S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton, eds). World Wild Life Fund, IUCN, The World Conservation Union, U. S. National Museum of Natural History, the European Commission, and the U. K. Overseas Development Administration. Information Press, Oxford, Inglaterra.

Hernández, H. A. 1997. Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las áreas protegidas de México. Acta Zoológica Mexicana, 54:1-23

Heywood, V. H. (ed.) 1995. Global biodiversity Assesmnet. Cambridge: Cambridge University Press.

Hilton-Taylor, C. 2000. The IUCN Red List of Threatened animals, parte I – mammals. IUCN, Gland, Suiza.

Jarman, W.M., C.E. Bacon, J.A. Estes, M. Simon, y R.J. Norstrom. 1996. Organochlorine contaminants in sea otters: the sea otter as a bio-indicator. *Endangered Species Update* 13(12):20-22.

Jenkins, D. y G. O. Burrows. 1980. Ecology of otters in northern Scotland. III. The use of faeces as indicators of otters (*Lutra lutra*) density and distribution. *Journal of Animal Ecology*, 49: 755-774.

Jensen, S., J. E. Kihlstrom, M. Olsson, C. Lundberg, y J. Ordberg. 1977. Effects of PCB and DDT on mink (*Mustela vison*) during the reproductive season. *Ambio*, 6:239.

Klaassen, C. D., M. O. Amdur, J. Doull. 1986. Casarett and doull's Toxicology, The basic science of poisons. Tercera edición. MacMillan, New York., 974 pp.

Krebs, C. J. 1985. Ecología: estudio de la distribución y abundancia. Segunda edición. Harla, México, D. F. 753 pp.

Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishers, New York. 654 pp.

Kruuk, H. 1996. Wild otters Predation and population. Oxford University press. Oxford, Inglaterra, 290 pp.

Lancia, R. A., J. D. Nichols y K. H. Pollock. 1996. Estimating the number of animals in wildlife populations. 215-253, *En* Research and management techniques for wildlife and habitats. Theodore A. (ed). Book out The Wildlife Society, USA.

Larivière, S. 1999. *Lontra longicaudis*. *Mammalian Species* 609:1-5.

Leader-Williams N. y H. Dublin, 2000. Charismatic megafauna as "flagship species". Pp. 53-81, *En* Priorities for the Conservation of Mammalian Diversity. Has the Panda had its day? Entwistle A. y N. Dunstone (ed).Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.

Leopold, S. 1977. Fauna silvestre de México, aves y mamíferos de caza. Galve. México, D. F. 655 pp.

Leyhausen, P. 1965. The communal organization of solitary mammals. Symposium of the Zoological Society London. 14:249-264.

Litvaitis, J. A. y R. Villafuerte. 1996. Factors affecting the persistence of New England cottontail metapopulations; The role of habitat management. Wildlife Society Bulletin 24:686-693.

López-González, C. A. y D. E. Brown. 2002. Distribución y estado de conservación actuales del jaguar en el noreste de México. 379-392, *En* El jaguar en el nuevo milenio. Medellín R., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. B. Taber (ed) Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

Macdonald, S. y C. Mason. 1992. A note on *Lutra longicaudis* in Costa Rica. International Union for the Conservation of Nature, Otter Specialist Group Bulletin, 7:37-38.

Macdonald, S. y C. Mason. 1999. Treats. *En* Otters: an action plan for their conservation (P. Foster-Turley, S. Macdonald, and C. Mason, eds.). Proceeding of the International Union for the Conservation of Nature, Otter Specialist Group Meeting, Gland, Switzerland, 126 pp.

Macías-Sanchez, S. y M. Aranda. 1999. Análisis de la alimentación de la nutria *Lontra longicaudis* (Mammalia: Carnivora) en un sector del Río Pescados, Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana 76:49-57

Mason, C. F. 1989. Water pollution and otter distribution: a review. *Lutra*, 32:97-131

Mason, C. F. y S. M. Macdonald. 1986. Otters: Ecology and Conservation. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra 236 pp.

Mason, C. F. y S. M. Macdonald. 1987. Acidification and otter (*Lutra lutra*) distribution on a British river. *Mammalia*, 51:81-87

Mason, C. F. y S. M. Macdonald. 1993. PCBs and organochlorine pesticide residues in otter (*Lutra lutra*) spraints from Welsh catchments and their significance to otter conservation strategies. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 3:43-51. *En* Kruuk, H. 1996. Wild otters Predation and population. Oxford University press. Oxford. 290 pp.

Medellín A.. R. 1991. The Selva Lacandona: an Overview. Tropical Conservation and Development Program. TCD Newsletter, 24:1-5.

Medellín, A. R. 1991. La Fauna: diversidad de los vertebrados. Pp. 75-109, *En* Lacandonia el último refugio. Universidad Autónoma de México, México, D. F.

Medellín, R. A.. 1991. La Selva Lacandona presente y futuro (2ª parte) *Oikos* (Septiembre-octubre).

Medellín, R. A. 1992. Community ecology and conservation of mammals in a Mayan tropical rainforest and abandoned agricultural fields. Tesis de Doctorado. University of Florida, Gainesville, Florida. 333 pp.

Medellín, R. A. y K. H. Redford. 1992. The role of mammals in neotropical forest-savanna boundaries. Pp.519-548, *En* Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries (P. A. Furley, J. Procyor y J. A. Ratter, Eds) Chapman & Hall, Londres, Inglaterra.

Medellín, A. R. 1994. Mammals diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Conservation Biology*, 8(3):780-799

Medellín, R. A. 1996. La Selva Lacandona Biodiversidad y conservación en México.. *Arqueología Mexicana*. *Arqueología Mexicana* 5(22)64-69.

Medellín, R. A. 1996. Reserva de la Biosfera Montes Azules. *Gaceta Ecológica* (Primavera) 18:23-26.

Medellín, R. A., M. Equihua y M. A. Amín. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforest. *Conservation Biology* 14(6):1666-1675.

Medellín R., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. B. Taber (Eds). *El jaguar en el nuevo milenio*. Fondo de Cultura Económica, México D. F. 647 pp.

Meffe G. K y C. R. Carroll. 1997. *Principes of conservation biology*. Sunderland: Sinauer Associates.

Melquist, W. E. 1984. Status of otters (Lutrinae) and spotted cats (Felidae) in Latin America. Report to IUCN. College of Forestry, Wildlife, and Range Science, University of Idaho. 267 pp. Foster-Turley, P. 1990. Introduction and overall recommendations. Pp.1-3, *En* Otters: an action plan for their conservation (P. Foster-Turley, S. Macdonald, and C. Mason, Eds.). Proceeding of the International Union for the Conservation of Nature, Otter Specialist Group Meeting, Gland, Switzerland, 126 pp.

Melquist, W. E. y M. G. Hornocker. 1983. Ecology of river otters in west central Idaho. *Wildlife Monographs* 83. 60 pp.

Mendoza, E. y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast México): evidence for the declaration on the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation* 8(11):1621-1641

Mills, M. G. L. 1996. Methodological Advances in Capture, Census, and Food-Habits studies of large African carnivores. Pp. 223-242. *En* Carnivore behavior, ecology, and evolution. Volumen 2. (Gittleman, J. L. Eds.) Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press, Nueva York.

- Morin, P. J. 1999. Community Ecology. Blackwell Science, Massachusetts. 424 pp.
- Mundel, L. R. 1975. Han illustrate osteology of the channel catfish (*Ichailurus punctatus*). National Park Service Midwest Archeological Center Lincoln, Nebraska. 11 pp.
- Munn, R. E. 1988. The design of integrated monitoring systems to provide early indicators of environmental/ecological changes. Environmental Monitoring and Assessment 11:203-217, *En*
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. Conservation Biology 4(4):355-364.
- Nichols, J. D. y M. J. Conroy. 1996. Techniques for estimating abundance and species richness. Pp. 176-187. *En* Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals (Wilson, E. D., F. Russell C., J. D. Nichols, R. Rudran, y M. S. Foster, Eds.) Smithsonian Institution Press. E.U.A.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. Conservation Biology 4(4):355-364.
- Novotny, V. y H. Olem. 1993. Water quality. Prevention, identification and management of diffuse pollution. Van Nostrand Reinhold New York: 1054 pp.
- O'Connor, D. J. y S. W. Nielsen. 1981. Environmental survey of methylmercury levels in wild mink (*Mustela vison*) and otter (*Lutra canadensis*) from the north eastern United States and experimental pathology of methylmercurialism in the otter. In Proceedings of the World Furbearer Conference (J. A. Chapman y D. Pursley, Eds.), pp. 1728-45, *En* Kruuk, H. 1996. Wild otters Predation and population. Oxford University Press. Oxford, Inglaterra. 290 pp.
- Olsen, J. S. 1964. Mammals remains from archæological sites. Part 1. Southeastern and southwestern United States. Papers of the Peabody Museum of Archeology and Ethnology. Harvard University Press, E.U.A. Vol. LVI, No. 1:158 pp.

Olsen, J. S. 1968. Fish, amphibian and reptile remains from archæological sites. Part 1. Southeastern and southwestern United States. Papers of the Peabody Museum of Archeology and ethnology. Harvard University Press, E.U.A. Vol. LVI, No. 2. 137 pp.

Olsen, J. S. 1979. Osteology fro the archaeologist. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Harvard University Press, E.U.A. Vol. 56., No. 3, 4, 5. 186 pp.

Olsen, J. S. 1982. An osteology of some Maya mammals. Papers of the Peabody Museum of Archeology and Ethnology. Harvard University Press E.U.A. Vol. 73. 91 pp.

Orozco, M. A. 1998. Tendencia de la distribución y abundancia de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens* Major, 1897) en la ribera del río Hondo, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Instituto Tecnológico de Chetumal. Quintana Roo. 36pp.

Pardini, R. 1998. Feeding ecology of the Neotropical river otter *Lontra longicaudis* in an Atlantic Forest stream, south-eastern, Brazil. Journal of Zoology 245(4):385-391.

Pardini, R. y E. Trajano. 1999. Use of shelters by the neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in an Atlantic forest stream, southeastern Brazil. Journal of Mammalogy 80(2):600-610.

Prenda Marín, J. y P. López Nieves. 1999. La nutria un indicador ecológico de la calidad de los ríos de la península Ibérica. Quercus 161:10-16

Pohle, H. 1920. Die Unterfamilie del Lutrinae. (Eine systematisch-tiergeographische Studie an dem Material der Berliner Museen). Archiv für Naturgeschichte, 85(9):1-247, En Larivière, S. 1999. *Lontra longicaudis*. Mammalian Species 609:1-5.

Pons, N. 1997. La conquista del lacandón. Universidad Nacional Autónoma de México. Biblioteca del estudiante Universitario 122, México: 178 pp.

Putnam, R. J. 1984. Facts from feaces. Mammal Review 14:79-97.

Quadras, J. y E. Monteiro-Filho. 2001. Diet of the neotropical otter, *Lontra longicaudis* in an Atlantic Forest area, Santa Catarina State, Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 36(1):15-21.

Rabb, G. B. 1990. Otters: an action plan for their conservation (P. Foster-Turley, S. Macdonald, and C. Mason, eds.). *Proceeding of the International Union for the Conservation of Nature, Otter Specialist Group Meeting, Gland, Suiza*:126 pp.

Ramos, M. A. 1985. Endangered tropical birds in Mexico and northern Central America. Pp. 305-317, *En Conservation of tropical forest birds*. A. W. Diamond y T. E. Lovejoy, Eds. International Council for Bird Preservation. Technical Publication No. 4. Cambridge, Inglaterra.

Redford, K. H. y J. F. Eisenberg. 1992. Mammals of the neotropics: the Southern Cone. Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. The University of Chicago Press, Chicago 2:1-430.

Reid, F. A. 1997. A field guide to mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. Inglaterra. 334 pp.

Rezedowski, J. 1988. Vegetación de México. LIMUSA. México, D. F. :178 pp.

Ricklefs, R. E. y G. L. Miller. 1999. Ecology. Fourth edition. W. H. Freeman and Company Nueva York. 822 pp.

Rosas, F., J. Zuanon y S. Carter. 1999. Feeding ecology of the giant otter, *Pteronura brasiliensis*. *Biotropica* 31(3):502-506.

Rowe-Rowe, D. T. 1977. Food ecology of otters in Natal, South Africa. *Oikos* 28:210-219.

Rudran, R., T. H. Kuns, C. Southwell, P. Jarman y A. P. Smith. 1996. Observational techniques for nonvolant mammals. Pp. 81-104. *En Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals* (Wilson, E. D., F. Russell, J. D. Nichols, R. Rudran, y M. S. Foster, Eds.) Smithsonian Institution Press. E.U.A.

Ruiz-Olmo, J., G. Jordan y J. Gosalbez. 1989. Alimentación de la nutria (*Lutra lutra* L. 1758) en el nordeste de la Península Ibérica. Doñana, Acta Vertebrata 16(2):227-237.

Sandell, M. 1989. The mating tactics and spracing patterns of solitary carnivores. In Carnivores Behavior, Ecology and Evolution. Gittelman J. L. (Ed.) 164-182. Chapman & Hall, Londres, Inglaterra.

Sarukhán, J. 1991. Introducción: el último refugio. Pp. 17-19, *En* Lacandonia el último refugio. Universidad Autónoma de México, México, D. F.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies de riesgo. Diario Oficial de la Federación, Segunda sección , Miércoles 6 de marzo de 2002:1-80

SEMARNAP-CONABIO. 1995. Reserva de la Biosfera de Montes Azules. Pp. 66-70, *En* Reserva de la Biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. SEMARNAP-CONABIO (Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), México, D. F.

Schenck, C. 1996. Vorkommen, Habitatnutzung und Schutz des Riesenotters (*Pteronura brasiliensis*) in Peru. Diss. Univ. Munchen; 180 pp.

Schindler, D. W. 1974. Eutrophication and recovery in experimental lakes: implications for lake management. Science 184: 897-899.

Sheehan, P. J. 1984. Effects on community and ecosystem structure and dynamics. Pp. 51-99, *En* P.J. Sheehan, D. R. Miller, G.C. Butter, y P. Boudreau, editores. Effects of pollutants at the ecosystem level. John Wiley and Sons, New York.

Simberloff, D. 1988. Flagships, umbrella and keystones: Is single species management passé in the landscape era? *Biological Conservation* 83:247-257.

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1995. *Biometry*. W. H. Freeman and Company. Tercera edición. New York, 887 pp.

Soulé, M. E. y G. H. Orians. 2001. *Conservation biology, research priorities for the next decade*. Society for conservation biology. Island Press, Washington. E.U.A. 307 pp.

Southwood, T. R. E. y P. A. Henderson. 2000. *Ecological Methods*. Blackwell Science, Massachussetts. E.U.A. 575 pp.

Spinola, R. y C. Vaughan. 1995a. Abundancia relativa y actividad de marcaje de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4(1):38-45.

Spinola, R. y C. Vaughan. 1995b. Dieta de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en la estación biológica La Selva, Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4(2):125-132.

Staib, E. y C. Schenck. 1994. *Lobo del Río*. Editorial Esta-Druck. S. Tafertshofer Polling. Frankfurt, Alemania. 36pp.

Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III, y D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical Birds. Ecology and Conservation*. The University of Chicago Press, Chicago, E.U.A. Pp. 140, 418 y 420.

Teerink, B. J. 1991. *Hair of West-European mammals. Atlas and identification key*. Cambridge University Press Cambridge, Inglaterra 223 pp.

Tilman, D. 1987. Secondary succession and the patterns of plant dominance along experimental nitrogen gradients. *Ecological Monographs* 57:187-214.

Toweill, D. E. y J. E. Tabor. 1982. River Otter *Lutra canadensis*. Pp. 688-703 *En Carnivora*. The John Hopkins University Press, E.U.A.

UICN. 1980. Word Conservation Strategy. Living-Resource. Conservation for sustainable Development. IUCN – UNEP –WWF –FAO – UNESCO. Gland.

Urdaneta, H., B. Medina y C. Acosta. 1995. Effects of organochlorine contaminants in *Petenia splendida*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 54:703-710.

Valdez, J. A. 1996. Arqueología de la zona del río de La Pasión, Guatemala. Arqueología Mexicana 5(22)46-53.

Varnam, A. H. y M. G. Evans. 2000. Enviromental Microbiology. ASM Press. Washington. 160 pp.

Wemmer, C., T. H. Kuns, G. Lundie-Jenkins y W. J. McShea. 1996. Mammals sign. Pp. 157-176. *En* Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals (Wilson, E. D., F. Russell Cole, J. D. Nichols, R: Rudran y M. S. Foster, eds.). Smithsonian Institution Press. E.U.A.

Woodroffe, R. 2001. Stategies for carnivore conservation: lessons from contemporary extinctions. Pp. 61-92. *En* Carnivore Conservation. Conservation Biology 5. Gittleman J. L., S. M. Funk, D. Macdonald y R. K. Wayne Eds. Cambridge University Press.

Wozencraft, W. C.1993. Order Carnivora, Family Musteluidae. Pp. 309-325, *En* Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference (D. E. Wilson and D. M. Reeder, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.: 1206 pp.

Yoxen, P. 2001. The hairy-nosed otter in Thailand. www.otternet.com/ROA/harynosedthai.htm

<http://www.centrogeo.org.mx/CiberAtlas/Chapala/paginas%20sueltas/introducción/intro.htm>

<http://sgp.cna.gob.mx/>

<http://www.epa.gov/waterscience/criteria/goldbook.pdf>

<http://www.epa.gov/waterscience/pc/ambientwqc/hexachlorocyclohexa80.pdf>

<http://www.epa.gov/waterscience/pc/ambientwqc/ddt80.pdf>

<http://www.epa.gov/waterscience/humanhealth>

<http://www.epa.gov/waterscience/pc/1999table.pdf>

<http://www.pearson-research.com/espanol/informacion-al-frames.shtml>

<http://www.state.ky.us/nrepc/water/wcpfcol.htm>

Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Second edition. Brentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. E.U.A.: 718 pp.

APÉNDICE 1.

Tabla 1. Especies vegetales y animales observadas en los cuatro arroyos.

ESPECIES	A. JOSÉ	A. MIRANDA	A. LAGARTOS	A. MANZANARES
VEGETACIÓN				
Cucurbitáceas	•			
<i>Inga</i> sp.	•		•	
<i>Inga spuria</i>		•		
<i>Solanum</i> sp.	•			
<i>Acacia</i> sp.	•			
<i>Piper</i> sp.	•			
<i>Miconia</i> sp.	•			
<i>Schizolobium</i>	•	•	•	•
<i>parahybum</i>				
<i>Ficus</i> sp.	•		•	
<i>Ficus glabrata</i>		•		
<i>Salix</i> sp.	•			
<i>Cecropia</i> sp.				
<i>Cecropia obtusifolia</i>			•	
<i>Teobroma cacao</i>			•	
<i>Castilla elastica</i>	•	•		
<i>Bursera simaruba</i>	•	•		
<i>Spondia mombin</i>	•	•		
<i>Spondia radlkoferi</i>		•		
<i>Guadua longifolia</i>		•	•	
Aracea		•	•	•
<i>Aechmea magdalenae</i>		•		
<i>Scheelea liebmanni</i>		•		
<i>Terminalia amazonia</i>		•		
<i>Lonchicarpus</i> sp.		•		
<i>Swietenia macrophylla</i>		•		
<i>Cedrela odorata</i>		•		
<i>Brosimum alicastrum</i>		•		
<i>Dialium guianense</i>		•		
<i>Manikara zapota</i>		•		
<i>Salix chilensis</i>		•		
<i>Saliz humboldtiana</i>		•		
<i>Licania platypus</i>		•		
<i>Bravaisia intergerrima</i>		•		
<i>Blepharidium</i>		•		
<i>mexicana</i>				
<i>Talauma mexicana</i>		•		
<i>Luehues speciosa</i>		•		
<i>Hymenea courbaril</i>		•		
<i>Cecropia obtusifolia</i>		•		
<i>Pancratium littorale</i>		•		
<i>Gymnerium sagittatum</i>		•		
<i>Muntingia calabura</i>		•		
Helechos	•	•		
Bromelias	•	•		

	A. JOSÉ		A. MIRANDA		A. LAGARTOS		A. MANZANARES	
Orquídeas		•		•				
Bejucos		•		•				
Caña		•		•				
FAUNA	Rastro	Avistamientos	Rastro	Avistamientos	Rastro	Avistamientos	Rastro	Avistamientos
<i>Astyanax fasciatus</i>		•		•				
<i>Petenia splendida</i>		•		•				
<i>Cichlasoma</i> sp.		•		•		•		•
<i>Brycon guatemalensis</i>		•		•				
<i>Lepisosteus tropicus</i>				•				
Pimelodidae		•		•		•		•
<i>Bufo marinus</i>		•		•				
<i>Anolis</i> sp.		•		•				
<i>Basiliscus vittatus</i>		•		•		•		
<i>Oxybelis</i> sp.		•		•				
<i>Leptophis</i> sp.		•		•				
<i>Bothrops asper</i>		•		•		•		
<i>Boa constrictor</i>				•				
<i>Dermatemys mawei</i>				•				
<i>Crocodylus moreletti</i>				•				
Tlacuaches	•	•	•					
<i>Didelphis marsupialis</i>				•				
<i>Philander opossum</i>				•				
<i>Rhynchonycteris naso</i>				•		•		
<i>Ateles geoffroyi</i>		•		•				
<i>Aluatta pigra</i>		•		•				
<i>Nasua narica</i>	•	•	•	•				
<i>Herpailurus</i>		•						
<i>yaguaroundi</i>								
<i>Eira barbara</i>				•				
<i>Lontra longicaudis</i>	•		•	•	•		•	•
<i>Procyon lotor</i>	•	•	•	•				
<i>Panthera onca</i>	•		•					
<i>Puma concolor</i>	•		•	•				
<i>Tapirus bairdii</i>	•		•	•				
<i>Agouti paca</i>	•		•					
<i>Mazama americana</i>		•	•					
<i>Ara macao</i>		•		•				
<i>Amazonia farinosa</i>		•		•				
<i>Aratinga</i> sp.		•		•				
<i>Ceryle</i> sp.		•						
<i>Chloroceryle americana</i>		•		•				
<i>Chloroceryle aenea</i>		•		•				
<i>Cairina moschata</i>		•		•				
<i>Ramphastos sulfuratus</i>				•				
<i>Aulacorhynchus</i>				•				
<i>prasinus</i>								

	A. JOSÉ	A. MIRANDA	A. LAGARTOS	A. MANZANARES
<i>Galbula ruficauda</i>		•		
<i>Momotus momota</i>		•		
<i>Tinamus major</i>		•		
<i>Spizaetus tyrannus</i>		•		
<i>Leucopternis albicollis</i>		•		
<i>Agamia agami</i>		•		
<i>Egretta tula</i>			•	•
<i>Tigrisoma mexicana</i>		•		
<i>Aramides cajanea</i>		•		
<i>Dendrocygma</i>		•		
<i>autumanlis</i>				
<i>Trogon sp.</i>		•		

APENDICE 2.

Tabla 4. Frecuencias y porcentajes de presas encontradas en las excretas de *L. longicaudis*.

		PRESAS	ARROYO JOSE		ARROYO MIRANDA		ARROYO LAGARTOS		ARROYO MANZANARES	
			FREC	%	FREC	%	FREC	%	FREC	%
PECES (Teleosteos)	CICHLIDAE	CICHLIDAE	17	23.61	54	35.35	12	17.39	4	80
		No identificados								
		<i>Petenia</i> sp.	5	6.94	35	16.13	1	1.45		
		<i>Cichlasoma</i> sp.	22	30.56	97	45.48	22	31.88		
(Osteodermos)	PIMELODIDAE	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>								
		Pimelodidae	14	19.44	17	7.98	23	33.33	1	20
		<i>Lepisosteus</i> sp.			1	0.47				
		Peces sin identificar	14	19.44	11	5.16	19	27.54		
CRUSTÁCEOS		<i>Macrobrachium</i> sp.	58	80.56	122	57.18	22	31.88		
ANFIBIOS		Cangrejos	4	5.56	5	1.35	1	1.45	1	20
		Anfibios sin identificar		1	0.47					
REPTILES		<i>Bufo</i> sp.		3	1.41					
		Reptiles sin identificar			11	5.16				
		<i>Boa constrictor</i>			1	0.47				
		Ofidios					2	2.90		

		PRESAS	ARROYO JOSÉ		ARROYO MIRANDA		ARROYO LAGARTOS		ARROYO MANZANARES	
			FREC	%	FREC	%	FREC	%	FREC	%
AVES		Aves sin identificar					1	1.45		
MAMÍFEROS		Mamíferos sin identificar	3	4.17	13	6.10	2	2.90		
		<i>Peromyscus mexicanus</i>	2	2.78	2	0.94				
		<i>Heteromys desmarestianus</i>			2	0.94				
		<i>Oryzomys alfaroi</i>			2	0.94				
		<i>Sigmodon hispidus</i>					6	8.70		
INSECTOS			44	61.11	123	57.75	29	42.03	2	40
CARACOLES			6	8.33	17	7.98	2	2.90		
FIBRA VEGETAL			9	12.50	62	29.11	9	13.04		
NÚMERO DE MUESTRAS				72		213		69		5

APÉNDICE 3.

INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA. Parámetros para la protección de la vida acuática.

INORGÁNICOS	ARROYO JOSÉ (mg/L)	ARROYO MIRANDA (mg/L)	ARROYO LAGARTOS (mg/L)	ARROYO MANZANARES (mg/L)	VIDA ACUÁTICA CNA 2001 (mg/L)	EPA VIDA ACUÁTICA (mg/L)
Amonio	6.22	8.39	7.98	5.92	0.06	0.083
Nitratos	11.61	11.03	26.42	29.28	-	10

BACTERIOLÓGICOS	ARROYO JOSÉ (UFC/100mL)	ARROYO MIRANDA (UFC/100mL)	ARROYO LAGARTOS (UFC/100mL)	ARROYO MANZANARES (UFC/100mL)	VIDA ACUÁTICA CNA 2001 (UFC/100mL)	EPA VIDA ACUÁTICA (UFC/100mL)
Coliformes totales	1002	586	>3500	>3500	1000	126

PARÁMETRO ORGÁNICO (PLAGUICIDAS)	ARROYO JOSÉ (µg/L)	ARROYO MIRANDA (µg/L)	ARROYO LAGARTOS (µg/L)	ARROYO MANZANARES (µg/L)	LÍMITE DE DETECCIÓN (µg/L)	VIDA ACUÁTICA CNA 2001 (µg/L)	EPA VIDA ACUÁTICA (µg/L)
Aldrin	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.3	4
BHC- (Alfa, Beta, Gamma)	8.003	3.003	20.003	8.003	0.003	2	2
4,4 ¹ DDD	0.011	<0.011	<0.011	0.011	0.011	0.01	1.1
4,4 ¹ DDT	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0.012	1	1.1
Dieldrin	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	2	1
Endosulfan (I, II, aldehído y sulfato)	267	<0.098	<0.098	9	0.014	0.2	0.22
Endrin	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.006	0.02	0.023
Heptacloro (heptacloro y epóxido de heptacloro)	0.086	0.086	0.086	90	0.083	0.5	0.52
Metoxicloro	40	3	29	4	0.05	0.005	0.03

APÉNDICE 3. a.

INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA. Parámetros para el uso de agua en riego agrícola.

INORGÁNICOS	ARROYO JOSÉ (mg/L)	ARROYO MIRANDA (mg/L)	ARROYO LAGARTOS (mg/L)	ARROYO MANZANARES (mg/L)	RIEGO AGRÍCOLA CNA 2001 (mg/L)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS NOM-001-ECOL-1996
Amonio	6.22	8.39	7.98	5.92	-	-
Nitratos	11.61	11.03	26.42	29.28	-	-
Parámetros físico-químicos formas de nitrógeno	17.83	19.42	34.4	35.2	40	

BACTERIOLÓGICOS	ARROYO JOSÉ (UFC/100mL)	ARROYO MIRANDA (UFC/100mL)	ARROYO LAGARTOS (UFC/100mL)	ARROYO MANZANARES (UFC/100mL)	RIEGO AGRÍCOLA CNA 2001 (UFC/100mL)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS NOM-001-ECOL-1996 (UFC/100mL)
Coliformes totales	1002	586	>3500	>3500	1000	1000

PARÁMETRO ORGÁNICO (PLAGUICIDAS)	ARROYO JOSÉ (µg/L)	ARROYO MIRANDA (µg/L)	ARROYO LAGARTOS (µg/L)	ARROYO MANZANARES (µg/L)	LÍMITE DE DETECCIÓN (µg/L)	RIEGO AGRÍCOLA CNA 2001 (µg/L)
Aldrin	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.02
BHC- (Alfa, Beta, Gamma)	8.003	3.003	20.003	8.003	0.003	-
4,4 ¹ DDD	0.011	<0.011	<0.011	0.011	0.011	-
4,4 ¹ DDT	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0.012	-
Dieldrin	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.02
Endosulfan (I, II, aldehído y sulfato)	267	<0.098	<0.098	9	0.014	-
Endrin	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.006	-
Heptacloro (heptacloro y epóxido de heptacloro)	0.086	0.086	0.086	90	0.083	0.02
Metoxicloro	40	3	29	4	0.05	-

APÉNDICE 3. b.

INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA. Fuente de abastecimiento de agua para consumo humano.

INORGÁNICOS	ARROYO JOSÉ (mg/L)	ARROYO MIRANDA (mg/L)	ARROYO LAGARTOS (mg/L)	ARROYO MANZANARES (mg/L)	NOM-127-SSA1-1994 (mg/L)	EPA AGUA POTABLE (mg/L)
Amonio	6.22	8.39	7.98	5.92	10	10
Nitratos	11.61	11.03	26.42	29.28	0.05	-

BACTERIOLÓGICOS	ARROYO JOSÉ (UFC/100mL)	ARROYO MIRANDA (UFC/100mL)	ARROYO LAGARTOS (UFC/100mL)	ARROYO MANZANARES (UFC/100mL)	NOM-127-SSA1-1994 (UFC/100mL)	EPA AGUA POTABLE (UFC/100mL)
Coliformes totales	1002	586	>3500	>3500	-	0

PARÁMETRO ORGÁNICO (PLAGUICIDAS)	ARROYO JOSÉ (µg/L)	ARROYO MIRANDA (µg/L)	ARROYO LAGARTOS (µg/L)	ARROYO MANZANARES (µg/L)	LÍMITE DE DETECCIÓN (µg/L)	NOM-127-SSA1-1994 (µg/L)	EPA AGUA POTABLE (µg/L)
Aldrin	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.00003	0.0003
BHC- (Alfa, Beta, Gamma)	8.003	3.003	20.003	8.003	0.003	0.002	0.00059
4,4 ¹ DDD	0.011	<0.011	<0.011	0.011	0.011		0.00059
4,4 ¹ DDT	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0.012	0.001	0.00083
Dieldrin	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.00003	0.0079
Endosulfan (I, II, aldehído y sulfato)	267	<0.098	<0.098	9	0.014	-	74
Endrin	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.006	-	0.76
Heptacloro (heptacloro y epóxido de heptacloro)	0.086	0.086	0.086	90	0.083	0.00003	0.001
Metoxicloro	40	3	29	4	0.05	0.02	200

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Reserva Integral de la Biosfera de Montes Azules (Medellín, 1992)	24
Figura 2. Mapa de la cuenca del Usumacinta (De Vos, 1988)	26
Figura 3. Sitios de estudio	34
Figura 4. Número de excretas encontradas en cada arroyo	49
Figura 5. Porcentaje de excretas para cada arroyo	50
Figura 6. Abundancia relativa entre los cuatro arroyos	51
Figura 7. Abundancia relativa de <i>Lontra longicaudis</i> en los cuatro arroyos durante los cinco meses de muestreo	52
Figura 8. Comparación entre las abundancias relativas de los arroyos no perturbados contra los perturbados	53
Figura 9. Relación entre las colonias de coliformes y la abundancia relativa de <i>L. longicaudis</i>	54
Figura 10. Concentración de amonio encontrada en los distintos arroyos	54
Figura 11. Concentración de nitratos encontrada en los distintos arroyos	55
Figura 12. Indicadores de contaminación físico-químicos y microbiológicos en los cuatro arroyos	55
Figura 13. Frecuencia de ocurrencia entre los arroyos no perturbados y los arroyos perturbados	58
Figura 14. Comparación entre la abundancia relativa de <i>L. longicaudis</i> y el volumen de agua en los arroyos	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies vegetales y animales observadas en los cuatro arroyos [Apéndice 1]	93
Tabla 2. Concentraciones de plaguicidas encontradas en los análisis realizados en los cuatro arroyos	56
Tabla 3. Especies de bacterias encontradas en las heces fecales de nutrias	57
Tabla 4. Frecuencia y porcentajes de presas encontradas en las excretas de <i>Lontra</i> <i>longicaudis</i> [Apéndice 2]	96
Tabla 5. Presas encontradas en la dieta de <i>Lontra longicaudis</i>	59
Tabla 6. Índice de diversidad para los cuatro arroyos	60
Tabla 7. Índice de diversidad para las excretas promedio	60
Tabla 8. Volumen de agua registrado en los diferentes arroyos	60