

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Solapamiento de nicho entre el hombre y la nutria gigante (*Pteronura
brasiliensis*, Carnivora: Mustelidae) en la cuenca baja del Río Yasuní,
Parque Nacional Yasuní, Amazonía Ecuatoriana**

**Disertación previa a la obtención del título de Licenciatura en
Ciencias Biológicas**

Paola Carrera

Quito, 2003

*A la Amazonía Ecuatoriana
y a su gente
Por generar la energía vital
y la belleza que me mueven a conservarla
Por constituir aún un refugio de diversidad
y riquezas naturales
Por ser la cuna de la magia y la sabiduría de
culturas ancestrales
Y por haberme dado día a día nuevas sorpresas
Y nuevas lecciones sobre la vida.*

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Pepe y Magda, por estimularme constantemente a alcanzar mis metas profesionales, con su cariño y su ejemplo de constancia y honradez.

A Wildlife Conservation Society (WCS) por el apoyo económico y asesoría técnica brindados en este estudio, así como por darme la oportunidad de participar en su proyecto de conservación. Especialmente quiero agradecer a Jeff Jorgenson por sus útiles consejos y su enorme paciencia y a Eddy Silva por su ayuda constante y sus conocimientos aportados durante el desarrollo de este trabajo científico.

A IdeaWild, por la donación de gran parte del equipo de campo utilizado en este estudio.

Al Ministerio del Ambiente, que además de otorgarnos el permiso de colección de especímenes (N° 002-IC-FLI-DFPO), nos permitió el uso de la Guardianía de Tambococha en el Parque Nacional Yasuní durante el tiempo que duró este estudio.

A EcoCiencia, y en especial a Adriana y Fernando Rodríguez por su asistencia con los mapas a través del departamento de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Al Departamento de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sobretodo al Ing. Julio Sánchez y al Lcdo. Santiago Burneo, que aportaron con

A César Rodas y su familia, quienes fueron una segunda familia para mí en Nuevo Rocafuerte, y quienes colaboraron con la mejor voluntad del mundo en la realización de ese trabajo de tesis.

A Duilio Machoa y Patricio Garay, asistentes nativos; a Belisario Gualinga, Genaro Merino y Eduardo López (guardaparques del Ministerio del Ambiente) y a Efrén “Frencho” Tenorio, por su colaboración desinteresada y por los invalorable conocimientos sobre la biología y la vida que compartieron conmigo en el campo.

A Geovanna Lasso, compañera de trabajo, y amiga, quien me contagió con su dedicación y su buen humor.

Al Dr. Ramiro Barriga-Salazar (Escuela Politécnica Nacional), a la Lcda. Cecilia Puertas (EcoCiencia) y al Dr. Kelly Swing (Universidad San Francisco de Quito), por la identificación de los especímenes colectados.

A Patricio Salazar, por la confianza que me ha dado para seguir adelante y por su constante contribución a mi trabajo con ideas claras, información y experiencia.

A Víctor Utreras por sus útiles consejos y apoyo práctico y técnico.

A Ana Troya, por todo su apoyo, y en especial por su colaboración durante el trabajo de laboratorio.

A todos ustedes que colaboraron conmigo con desinterés y buena voluntad,

¡MIL GRACIAS!

TABLA DE CONTENIDOS

	Páginas
Carátula	
Certificación	
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Tabla de Contenidos	v
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tablas.....	x
Lista de Anexos.....	xi
Glosario de Términos y Abreviaturas	xiii
1. Resumen	1
2. Abstract.....	3
3. Introducción.....	5
3.1 Antecedentes y Justificación.....	5
3.2 Objetivos	10
4. Área de Estudio.....	11
4.1 Parque Nacional Yasuní	11
4.2 Descripción del Área de Estudio	12
4.2.1 Nuevo Rocafuerte	13
4.2.2 Río Napo	13
4.2.3 Río Yasuní	14
4.2.4 Ríos y Lagunas en Jatuncocha y Tambococha	14
4.3 Distribución de la Nutria Gigante en el Área de Estudio	15
5. Metodología y Materiales.....	16

5.1 Fase de Campo..... 16

 5.1.1 Toma de datos climáticos y otros registros 16

 5.1.2 Muestreo 16

 5.1.3 Colecciones y datos sobre la ictiofauna 18

 5.1.4 Restos ícticos: escamas, otolitos y huesos 19

 5.1.5 Datos de pesquería 20

5.2 Fase de Laboratorio 20

5.3 Análisis de Datos 21

6.3.2	Índices de solapamiento de nicho	37
6.3.3	Preferencias alimenticias	38
6.4	Aspectos indirectos de interacción entre el hombre y la nutria gigante	40
6.4.1	Datos climatológicos e hidrológicos	40
6.4.2	Actividad humana y pesquería en el área de estudio	42
6.4.2.1	Encuestas y entrevistas: resultados relevantes	42
6.4.2.2	Embarcaciones y técnicas de captura	45
6.4.2.3	Patrón geográfico	46
7.	Discusión y Conclusiones	47
7.1	Oferta ictiológica en el área	47
7.2	Dieta del hombre y de la nutria gigante	50
7.3	Solapamiento del nicho alimenticio	55
7.4	Aspectos indirectos de interacción entre el hombre y la nutria gigante	60
8.	Recomendaciones.....	65
9.	Literatura Citada	68
10.	Figuras	77
11.	Tablas.....	102
12.	Anexos.....	120

LISTA DE FIGURAS

1.	Ilustración de <i>Pteronura brasiliensis</i> (nutria gigante del Brasil)	77
2.	Ubicación geográfica del área de estudio en el Ecuador.....	78
3.	Mapa descriptivo del área de estudio.....	79
4.	Sitios de muestreo, campamentos de caza-pesca y registros de la nutria gigante en el sistema Jatuncocha, entre agosto 2001 y marzo 2002	80
5.	Sitios de muestreo, campamentos de caza-pesca y registros de la nutria gigante en el sistema Tambococha, entre Agosto 2001 y Marzo 2002.....	81
6.	Registros diarios de pluviosidad, nivel del agua y temperatura en el campamento base (Río Yasuní)	82
7.	Especies de peces críticas dentro de la dieta del hombre y de la nutria gigante	83
A.	<i>Prochilodus nigricans</i> (Characiformes, Prochilodontidae)	83
B.	<i>Aequidens tetramerus</i> (Perciformes, Cichlidae)	83
C.	<i>Schizodon fasciatum</i> (Characiformes, Anostomidae)	83
D.	<i>Hypselecara temporalis</i> (Perciformes, Cichlidae)	83
E.	<i>Hoplias malabaricus</i> (Characiformes, Erythrinidae)	84
F.	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Characiformes, Erythrinidae)	84
G.	<i>Astronotus ocellatus</i> (Perciformes, Cichlidae)	84
H.	<i>Chaetobranchius flavescens</i> (Perciformes, Cichlidae)	84
I.	<i>Satanoperca jurupari</i> (Perciformes, Cichlidae)	85
J.	<i>Triportheus angulatus</i> (Characiformes, Characidae)	85
8.	Ejemplos de algunas escamas y otolitos obtenidos durante el estudio	
A.	<i>Lycengraulis batesii</i> (Clupeiformes, Engraulidae)	86
B.	<i>Schizodon fasciatum</i> (Characiformes, Anostomidae)	86
C.	<i>Potamorhina altamazonica</i> (Characiformes, Curimatidae)	87
D.	<i>Hoplias malabaricus</i> (Characiformes, Erythrinidae)	87

E. <i>Prochilodus nigricans</i> (Characiformes, Prochilodontidae)	88
F. <i>Astronotus ocellatus</i> (Perciformes, Cichlidae)	89
G. <i>Plagioscion squamosissimus</i> (Perciformes, Sciaenidae)	90
H. <i>Arapaima gigas</i> (Osteoglossiformes, Osteoglossidae)	91
I. <i>Parauchenipterus</i> sp. (Siluriformes, Ageneiosidae)	91
9. Ejemplos de otolitos asteriscus y lapillus de <i>Prochilodus nigricans</i>	92
10. Índice de Ivlev aplicado a la dieta humana.	93
11. Índice de Ivlev aplicado a la dieta de la nutria gigante.	94
12. Río Yasuní en la zona cercana al campamento base	95
13. A. Laguna de Tambococha (sector B, entre los km 3 y 4) y B. Laguna de Jatuncocha (sector A, entre los km 2 y 3)	96
14. Perfil longitudinal del lecho y visibilidad vertical a 230 msnm en los tres sistemas estudiados.....	97
15. Porcentaje de veces que los pobladores visitaron el área de estudio y sus alrededores según las encuestas y las entrevistas informales.....	98
16. Porcentaje de visitas que ingresaron mensualmente al área de estudio para pescar o para cazar	98
17. Frecuencia de visitas de los encuestados a localidades dentro y fuera del área de estudio con motivo de pesca.....	99
18. Número de personas que ingresaron a pescar al Parque Nacional Yasuní y nivel del agua en el río Yasuní entre agosto 2001 y marzo 2002.....	99
19. Consumo mensual de peces por vivienda	100
20. Cosecha total de los pescadores en cada período mensual desde agosto 2001 hasta marzo 2002.....	100
21. Frecuencia de uso de los distintos aparejos de pesca por los pescadores según las entrevistas y según las encuestas	101

LISTA DE TABLAS

1. Lista de peces entre 10 y 100 cm de longitud total colectados en el área de estudio, clasificados por taxa, con sus respectivos nombres comunes.	102
2. Longitud y peso promedio de las 30 especies de peces más comunes.	104
3. Abundancia relativa de las 95 especies de peces colectadas durante el estudio.....	105
4. Abundancia relativa de las especies de peces colectadas en cada sistema, localidad y sector de muestreo, expresada en número de individuos	107
5. Abundancia relativa de peces expresada en número de individuos y en peso húmedo total colectado por mes, por día y por hora.....	110
6. Datos mensuales de los peces colectados en cada sistema con promedios diarios y desviación estándar (SD).	111
7. Composición de la dieta del hombre en el área de estudio.	112
8. Distribución de familias, especies e individuos de peces colectados por los pescadores.	114
9. Datos mensuales de la cosecha pesquera según los sistemas y el tiempo de pesca invertido por los pescadores.	115
10. Composición de la dieta de la nutria gigante según su abundancia específica en orden descendente.	116
11. Las 30 especies de peces críticas en la dieta de la nutria gigante y del hombre según los 15 valores más positivos y los 15 más negativos obtenidos para el valor <i>E</i> (Índice de Ivlev).....	118
12. Especies críticas en las dietas del hombre y de la nutria gigante según tres índices de preferencia.	119

LISTA DE ANEXOS

1. Perfil Socio-Ambiental del área de influencia – población humana y pesquería.....	120
2. Datos climáticos registrados en el campamento base entre agosto 2001 y marzo 2002.	131
3. Descripción de los métodos de pesca y sus aplicaciones en agua dulce	134
4. Medidas de los métodos de pesca usados durante el muestreo.....	135
5. Ciclos de muestreo por sistemas, localidades y sectores en cada mes.	136
6. Formulario de las entrevistas informales aplicadas a la población de Nuevo Rocafuerte	137
7. Preferencias dietéticas del hombre de entre las 40 especies más comunes de peces, agrupadas según sus nombres vernaculares.	138
8. Distribución de peces en los sistemas, localidades y sectores estudiados.	141
9. Estadística descriptiva y Test de Friedman aplicados a la distribución y abundancia relativa de especies de peces dentro de Laguna y Río y entre Laguna y Río de Jatuncocha.	143
10. Estadística descriptiva y Test de Friedman aplicados a la distribución y abundancia de especies de peces entre sectores del río Tambococha, entre Laguna y Río de Tambococha y entre sectores del Río Yasuní	144
11. Estadística descriptiva y Test de Friedman aplicados a la distribución y abundancia relativa de especies de peces entre los sistemas Jatuncocha, Tambococha y Yasuní, y aplicados a la comparación entre sistemas en cuanto a longitud estándar y peso húmedo entre esos sistemas.	145
12. Abundancia relativa de las especies de peces colectadas.....	146
13. Distribución según los meses y los sistemas en que se registró la presencia de las especies de peces en las letrinas de la nutria gigante.	148

14. Composición de la dieta humana (peces) según los taxones y sus frecuencias relativas	151
15. Composición de la dieta de la nutria gigante según los taxa y sus frecuencias relativas	153
16. Índice de Smith (FT) para la medición del ancho de nicho del hombre en cuanto al uso del recurso pesca.	155
17. Índice de Smith (FT) para la medición del ancho de nicho de la nutria gigante en cuanto al uso del recurso pesca.	157
18. Lista de especies en la oferta que no se incluyen en la dieta del hombre ni de la nutria gigante.	158
19. Índice de solapamiento de nicho de MacArthur y Levin (M_{jk})	159
20. Índice de Abrams o solapamiento de porcentaje.	160
21. Índice de solapamiento de nicho de Hulbert (L).	161
22. Índice de Electividad de Ivlev aplicado a la dieta del hombre y de la nutria gigante.....	162

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

(TEXTO, FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS)

aguas blancas = se refiere a cuerpos de agua turbios que acarrean sedimentos orgánicos y material disuelto, que les dan una coloración blanquecina o crema (Goulding, 1980).

aguas negras = se refiere a cuerpos de agua teñidos de un color café muy oscuro o negro por causa de la presencia de ácidos orgánicos o taninos (Goulding, 1980).

aleta caudal = aleta impar situada en el extremo posterior del pez, equivalente a la cola.

aleta dorsal = aleta impar situada usualmente en la parte media dorsal del pez, por delante de la aleta adiposa, si esta está presente.

aletas pectorales = aletas pares situadas a cada lado del cuerpo y justamente atrás de la terminación de la cabeza, sobre la cintura pectoral del pez.

alóctono = engloba a las especies animales o vegetales originariamente inexistentes en una determinada región o sub-región geográfica.

ca. = del latín *circa* (casi, alrededor de, aproximadamente)

C_H = índice simplificado de Morisita (en Krebs, 1989) para medir el solapamiento de nicho entre dos especies.

com. pers. = comunicación personal.

desove = puesta de huevos, que son liberados cuando el ovario ha terminado el proceso de vitelogénesis y maduración.

detritívoro = organismo que se alimenta de detritos que se encuentran en mayor abundancia en el fondo de la columna de agua o en el sedimento (SINCHI, 2000).

distal = la parte más remota o extrema de una estructura, por oposición a la proximal.

E_i = índice de Electividad de Ivlev (en Krebs 1989) para medir preferencias alimenticias.

en prep. = en preparación.

escama cicloidea = escama formada por tejido calcificado, con bordes más o menos lisos y

superficie lisa. Se denomina crenada o lenticulada cuando sus bordes son dentados (SINCHI, 2000).

escama ctenoidea = escama de tejido calcificado, con los bordes y la superficie exterior cubierta de aserraciones concéntricas (SINCHI, 2000).

espinas = radios no segmentados, comúnmente duros y puntiagudos.

exótico-a = especie cuyo origen es de otra región biogeográfica.

et al. = del latín *et alli* = y otros, y colaboradores.

FT = índice de Smith (en Krebs, 1989) utilizado para la medición del ancho del nicho o del grado de especialización de una especie en el uso de determinado recurso.

HP = del inglés *Horse Power* (caballos de fuerza), unidad que mide la potencia de motores (fuera de borda u otros).

ictiofauna = peces.

i. e. = del latín *id est*, es decir.

igapó = palabra de origen brasilero que designa el plano o zona de inundación de aguas negras, es decir, zonas de inundación con aguas de origen amazónico

in situ = del latín, en el sitio, en ese mismo lugar.

L = medida de solapamiento de nicho de Hulbert (en Krebs, 1989) que toma en cuenta la disponibilidad de los recursos utilizados por cada especie estudiada.

localidad = aquí se refiere únicamente a la zona léntica (laguna) y a la zona lótica (río) pertenecientes a cada sistema o cuerpo de agua estudiado.

LE = longitud estándar: es la mayor longitud de un pez desde la punta del rostrum hasta donde los radios de la cola se encuentran con la placa hypural.

LT = longitud total: se mide de la misma manera que la LE, pero hasta la parte más distal de la aleta caudal.

M_{jk} = medida asimétrica de solapamiento de nicho de MacArthur y Levins (en Krebs,

1989).

msnm = metros sobre el nivel del mar.

O_{jk} = ecuación de Pianka (en Krebs, 1989) para transformar a la medida de MacArthur y Levins en una medida simétrica.

obs. pers. = observación personal.

otolitos = estructuras pares calcificadas usadas para el balance, la audición y/o la propiocepción en todos los peces teleósteos y análogas a los otoconios de otros vertebrados (Campana, 1999). Tienen una morfología compleja que es especie-específica. Su principal función tiene que ver con el balance, pero también están involucrados en la audición y en la propiocepción. Existen tres pares de otolitos en los peces teleósteos, los que difieren en ubicación, función, tamaño, forma y ultraestructura (Secor *et al.*, 1991).

(otolito-s) *asteriscus*, *asterisci* = también llamados lanegalitos, ocupan el vestíbulo lagenar del pars inferior, en posición caudal a los *sagittae*; es el par más grande en peces ostariofíseos (Secor *et al.*, 1991).

(otolito-s) *lapillus*, *lapilli* = también llamados urticulitos, ocupan el vestíbulo urticular del pars superior, en posición lateral y dorsal a los *sagittae* (Secor *et al.* 1991).

(otolito-s) *sagitta*, *sagittae* = también llamados saculitos, ocupan el vestíbulo sacular del pars inferior; es el par más grande en peces no-ostariofíseos (Secor *et al.*, 1991).

ovoposición = acto de expulsar los huevos.

p. e. = por ejemplo.

PF_i = Proporción de Forrajeo (en Krebs 1989) para medir preferencias alimenticias.

pH = logaritmo de la recíproca de la concentración de iones hidrógeno (expresada en moles por litro) de una solución. En una escala de 0 a 14, los valores menores a 7 tienen pH ácido, los valores iguales a 7 tienen pH neutro y los mayores a 7, tienen

pH básico o alcalino (Solomon *et al.*, 1996).

P_{jk} = solapamiento de porcentaje de Abrams (en Krebs, 1989).

sector = o sitio de muestreo, que aquí corresponde a divisiones arbitrarias realizadas según los macrohábitats presentes dentro de cada localidad estudiada.

SD = del inglés *Standard Deviation* o desviación estándar (suma de medias dividida para el número total de observaciones).

sistema = aquí se emplea como sinónimo de cuerpo de agua, pero incluye a cuerpos de agua pequeños asociados a un cuerpo de agua principal (el sistema Jatuncocha, por ejemplo, incluye al río principal, la laguna y los riachuelos, pozas y remansos anexos).

S_j = coeficiente de similitud o índice de Jaccard.

terra firme = palabra de origen brasilero, tierra firme. Término utilizado en biología para designar un área geográfica que, dada su elevación, en ningún momento del año es

1. RESUMEN

En la cuenca baja del río Yasuní (Parque Nacional Yasuní) existen poblaciones de nutrias gigantes (*Pteromura brasiliensis*) que comparten su área de vida con los pescadores de las zonas aledañas. Las nutrias gigantes no sólo comparten el espacio, sino también su principal fuente alimenticia: la ictiofauna local. Este estudio pretende caracterizar la ictiofauna local como oferta alimenticia, determinar qué especies de peces conforman las dietas del hombre y de la nutria gigante, analizar en qué medida el contenido de estas dietas se solapa, y subrayar los aspectos indirectos de la explotación pesquera que puedan afectar a las nutrias gigantes en el área. La colección de datos se realizó en los sistemas Jatuncocha, Tambococha y Yasuní, y en la parroquia de Nuevo Rocafuerte.

Se realizaron muestreos mediante métodos de pesca variados y se elaboró una colección de referencia de restos duros de peces a ser comparada con los contenidos de heces de nutrias gigantes. Se aplicaron, además, encuestas y entrevistas a los pobladores para describir la situación pesquera y socio-económica en el área. Estos datos se analizaron mediante comparaciones cuantitativas estadísticas y con descripciones cualitativas. Se encontraron un total de 95 especies de peces de interés alimenticio para el hombre y para la nutria gigante. Los pobladores de la zona y la nutria gigante consumen 55% de las especies de peces en el ambiente, aunque la composición de ambas dietas no es exactamente igual. Medidas de ancho de nicho indican que tanto la nutria gigante como el hombre son generalistas y oportunistas en cuanto a la explotación de peces, aunque en diferente grado. El solapamiento del nicho alimenticio entre ambos varió entre 54 y 87% según los distintos índices aplicados. La medición de preferencias alimenticias en ambas dietas determinó que *Schizodon fasciatum*, *Chaetobranchus flavescens*, *Aequidens tetramerus*, *Astronotus ocellatus*, *Hoplias malabaricus*, *Plagioscion squamosissimus* y *Satanoperca jurupari* fueron las siete especies de peces críticas en este solapamiento. Aspectos indirectos de la

actividad humana representan amenazas para las nutrias gigantes y para los propios humanos. Estos aspectos son el uso de métodos de pesca ilegales (i.e., dinamita), la ocupación y uso de campamentos de caza y pesca dentro del área de vida de la nutria gigante, la explotación petrolera y la contaminación por ruido en los cuerpos de agua. A pesar de que el solapamiento de nicho no se puede describir como un factor que implique una eventual exclusión competitiva, es importante tomar en cuenta la sensibilidad a la sobre-pesca y a los factores indirectos mencionados de las especies de peces críticas listadas.

Palabras clave: *ancho y solapamiento de nicho, ictiofauna, competencia, nutria gigante, oferta alimenticia, pesquería, Yasuní.*

2. ABSTRACT

In the lower Yasuní river basin (Yasuní National Park) populations of giant river otter (*Pteronura brasiliensis*) share their territory with local fishermen. Giant river otters are not only sharing their space, but also their main food source: the local fish fauna. The purpose of this study was to characterize the local fish fauna as food offer, to determine which fish species constitute humans' and giant otter's diets, to analyze in what degree the contents of these diets overlap, and to identify the indirect aspects of fisheries which might have a negative effect on the giant otters populations. The collection of data took place in the Jatuncocha, Tambococha and Yasuní systems, and in the Nuevo Rocafuerte settlement.

In order to achieve these objectives, fish sampling was done using a variety of methods. A reference collection of hard parts of fish was set up (which was later compared to those found in giant otter's feces). Surveys and interviews were applied to the inhabitants of Nuevo Rocafuerte to characterize the fisheries and socio-economic situation in the area. The collected data were analyzed through quantitative statistical comparisons and with qualitative descriptions. A total of 95 species of fish were found in the study area, representing the food availability in the environment for men and giant otters. Humans and giant otters consume 55% of fish species available in the environment, although the diet composition of those two species is not the same. The measure of niche breadth indicates that giant otters and human beings in the area are generalist and opportunistic in terms of fish exploitation, though in a different degree. The niche overlap of these diets varied between 54% and 87% according to the different indexes applied. The measurement of feeding preferences in both diets determined that *Schizodon fasciatum*, *Chaetobranchius flavescens*, *Aequidens tetramerus*, *Astronotus ocellatus*, *Hoplias malabaricus*, *Plagioscion squamosissimus* and *Satanoperca jurupari* were the seven critical fish species in this overlap. Indirect aspects of human activity represent a threat to the giant otters in the area

and to the human inhabitants themselves. These threats are the use of illegal fishing methods (i.e., dynamite), the occupation and use of hunting and fishing campsites inside the giant otters' living grounds, oil exploitation and the pollution with noise in the water systems. Though the niche overlap can not be described as a factor that implies eventual competitive exclusion, it is important to take into account the sensibility of the mentioned critical species of fish to over-fishing and to the indirect aspects mentioned above.

Keywords: *competition, fisheries, fish fauna, food offer, giant river otter, niche breadth, niche overlap, Yasuni.*

3. INTRODUCCIÓN

3.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Estudios para el manejo del Parque Nacional Yasuní (PNY) (GEF, 1998a y b) consideran que es esencial para el funcionamiento de sus ecosistemas el conocimiento detallado de algunas especies de fauna tales como los grandes predadores (por su importante papel en la cadena trófica), las especies cazadas y recolectadas por grupos indígenas, y los organismos acuáticos. Se destaca que la conservación de los ambientes acuáticos debe ser prioridad, sobretodo en la parte Norte y central del parque, por su potencial contaminación petrolera. Se subraya, además, que el futuro de la fauna acuática amazónica está posiblemente más amenazado que el de ambientes terrestres, ya que existen altos índices de contaminación de los ríos, de deforestación en las orillas, de introducción de especies exóticas y de uso de técnicas irracionales de pesca (GEF, 1998b).

En la actualidad, no existen políticas de protección de los cuerpos de agua en el PNY y ya existen especies de peces con problemas de conservación, como el paiche (*Arapaima gigas*; GEF, 1998b). Según Noss (1990), cinco categorías merecen especial atención para la conservación: indicadores ecológicos, especies sombrilla, especies vulnerables, especies bandera o paisaje, y especies clave. Tanto los peces como la nutria gigante (*Pteromura brasiliensis*, Figura 1) pertenecen a alguna de estas categorías.

La nutria gigante, conocida también como lobo de río, es una especie restringida a Sudamérica (Utreras y Tirira, 2001). Se distribuye en cuencas hidrográficas del Amazonas y el Orinoco (Carter y Rosas, 1997; Emmons, 1997). En Ecuador, la nutria gigante habita el trópico bajo Amazónico, dentro del PNY y en las cuencas de los ríos Pastaza, Morona Santiago y Zamora, al Sur (Utreras y Tirira, 2001; Figura 2). Según el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador, la nutria gigante está catalogada como una especie En Peligro Crítico de Extinción (Utreras y Tirira, 2001). La especie también está enlistada en el

Apéndice I de la CITES (especies en peligro de extinción por causa del comercio internacional, 1996). Actualmente, las amenazas más importantes para esta especie son la destrucción y contaminación de sus hábitats y la pesca masiva (Staib y Schenck, 1994).

La nutria gigante es uno de los mayores predadores de los bosques húmedos neotropicales, cuya alimentación consiste casi exclusivamente (90%) de peces y cuya ingesta alcanza los 4 kg al día (Laidler, 1984; Duplaix, 1986; Schenck, 1999). Se ha visto que come peces de entre 10 y 40 cm de longitud (Duplaix, 1980; Schenk, 1999) y que generalmente atrapa a individuos débiles, enfermos, lentos, nocturnos o bentónicos (Gómez 1999); por ello, cumple un importante papel como regulador de las poblaciones de peces (Staib y Schenck, 1994). Las variaciones anuales en el régimen hidrológico y la fluctuación de los peces presa podrían ser las causas determinantes para la distribución espacial de las nutrias gigantes (Duplaix, 1980). Los peces migratorios son recursos clave para este tipo de predadores, dado que estos últimos pueden cambiar su distribución y hasta su biología de reproducción en respuesta a la abundancia de sus presas (Willson y Halupka, 1995).

Hasta la década de los 1990 se registraron en todo el Ecuador 706 especies de peces (Albuja *et al.*, 1993). Este número ha aumentado, ya que sólo en la cuenca del río Napo se han reportado alrededor de 575 especies de peces (Stewart *et al.*, 2002). La tasa acumulativa de muestreos en la cuenca del Napo, sin embargo, sugiere que allí la ictiofauna es aun mayor (Galacatos, com. pers.). Otros estudios reportan cerca de 390 especies de peces presentes sólo en el PNY (Barriga-Salazar, 2001).

Los peces han sido considerados como grupo sombrilla, ya que representan todos los hábitos alimenticios y son sensibles al estrés ambiental en diferentes épocas del año y en distintos hábitats (Karr, 1991; Schultz *et al.*, 1999). Sheldon (1988) asegura que la homogenización de la ictiofauna hace que se pierda la variabilidad, la historia evolutiva y

la sustentabilidad de los ecosistemas. Los peces son también un grupo bioindicador, ya que presentan una extrema sensibilidad y altas tasas de extinción causadas por alteraciones de hábitat, introducción de especies exóticas y restricción de su rango natural (Lowe-McConnell, 1987; Allendorf, 1988). Se han dado extinciones masivas de peces por la fragmentación de las redes de drenaje de los cuerpos de agua donde habitan (Sheldon, 1988b) y por su particular sensibilidad a cambios bruscos de pH (GEF, 1998). Estudios sobre peces han permitido predecir efectos de deforestación, contaminación y otros disturbios antropogénicos (Crawford, 1991) y medir la capacidad del ambiente para sostener a grandes mamíferos mediante sus ciclos tróficos (Noss, 1990). Además, los peces representan para el hombre la mayor fuente de alimento capturada a partir de poblaciones silvestres (Allendorf, 1988). Esfuerzos de conservación se han concentrado sobretodo en aves y mamíferos, pero existen pocas bases para evaluar cómo estos esfuerzos pueden afectar las comunidades de peces (Ibarra y Stewart, 1989).

Durante los meses secos, el nivel del agua en los sistemas de aguas negras no disminuye significativamente, por ende los peces no abandonan el sistema sino que se concentran (Saint-Paul *et al.*, 2000) y muestran una dinámica migratoria reducida, por lo que el tamaño de sus poblaciones varía según la intensidad de la pesca (Willson y Halupka, 1995). Esto implica que en la época seca los peces son presa fácil tanto para la nutria como para los pescadores, y a la vez los encuentros entre nutrias y humanos son más frecuentes.

De estudios realizados en Colombia sobre la relación entre nutrias gigantes y pescadores, se conoce que éstos exterminan a las nutrias acusándolas de la disminución de peces en sus áreas de pesca (Gómez, 1999). En Ecuador no se han reportado conflictos similares entre pescadores y nutrias, pero no se descarta que existan eventos amenazantes para la nutria gigante en zonas donde “la pesca artesanal es una actividad común que se ha visto deteriorada por el uso irracional de venenos y dinamita” (GEF, 1998b).

Hasta 1980, no existían estudios a largo plazo sobre la productividad de las pesquerías, no se conocía mucho sobre los ciclos de vida de los peces comercialmente importantes y tampoco se sabía sobre las regulaciones del tamaño mínimo de captura de peces para comida o para acuarios en el la cuenca Amazónica (Smith, 1981). Luego se originó un interés por estudiar más a fondo la biología y ecología de la ictiofauna, ya que su productividad está fuertemente relacionada a la subsistencia de los pobladores amazónicos (Allendorf, 1988).

Las poblaciones humanas subsisten mediante la deforestación de bosques de *várzea* para cultivos o para pastoreo, lo que probablemente afecta adversamente a muchos peces de interés comercial (Smith, 1981). En la Amazonía Ecuatoriana, sin embargo, es la explotación petrolera la que ha afectado las áreas de bosque de *terra firme* (Smith, 1981). Estudios relacionados con las pesquerías no se han realizado con detalle en el Ecuador, aunque se sabe que actualmente los ecosistemas acuáticos se encuentran fuertemente amenazados por actividades antropogénicas de diferente orden e impacto en toda la Amazonía (GEF, 1998a).

La depredación de la ictiofauna especialmente con métodos de pesca no selectivos pero sí efectivos (redes, dinamita o barbasco) representa un peligro para la nutria gigante (Schenck, 1999). La captura selectiva de ciertas especies de peces puede ocasionar una escasez de alimentos para las nutrias gigantes (Schenck, 1999), conduciendo a su eliminación por considerarlas competidoras, como ocurre en Colombia (Gómez, 1999). Uno de los objetivos propuestos por la UICN para la conservación de la nutria gigante es el “crear medios para reducir conflictos entre las nutrias gigantes y las actividades de pesca en situaciones locales” (Schenck, 1999).

Por todas las razones mencionadas, resulta importante conocer las especies más representativas de la dieta de la nutria gigante y del hombre, y determinar si las amenazas a

este mamífero acuático provienen de una reducción de su recurso alimenticio, de una competencia directa por el recurso pesca y/o de la destrucción de su hábitat particular.

Para cuantificar la interacción entre el hombre y la nutria gigante en cuanto a la explotación de peces como recurso alimenticio, fue necesario realizar en este estudio una distinción entre los conceptos ecológicos "competencia" y "solapamiento de nicho". La competencia "es la demanda, típicamente al mismo tiempo, de más de un organismo por el mismo recurso del ambiente, excesivo dentro de la oferta inmediata" (Weatherly, 1963; en Krebs, 1989). El solapamiento de nicho es "el grado en que la frecuencia de encuentro entre dos especies es mayor o menor al que sería si cada especie utilizara cada recurso en proporción a la abundancia de ese recurso" (Hulbert, 1978; en Krebs 1989). Las dietas del hombre y de la nutria gigante dependen del hábitat, del método de captura y alimentación, de la dentición, etc. de cada uno de ellos y en ambos casos cada una de estas características son diferentes. El término competencia conlleva inherentemente al de "exclusión competitiva" (que implica que eventualmente una de las especies competidoras es eliminada o desplazada por la especie mejor adaptada) y hasta ahora algunos autores desafían la utilidad de este principio para explicar la separación de nichos entre especies (Ayala, 1972; Feinsinger *et al.*, 1981; Grant, 1986; Yodzis, 1986; Wishen, 1998). Fue necesario, entonces, usar el concepto de "solapamiento de nicho" más convenientemente que el de competencia, circunscrito a la idea que es un tipo de "competencia" que se da sólo en una dimensión, que es el uso del alimento.

3.2 OBJETIVOS

- GENERAL

Determinar en qué medida la cantidad y calidad de peces que consumen la nutria gigante y los pobladores humanos de la cuenca baja del Río Yasuní se solapan, para sugerir acciones efectivas de conservación de la nutria gigante y de la ictiofauna en esa zona.

- ESPECÍFICOS

- Caracterizar la oferta de peces disponibles tanto para el hombre como para la nutria gigante en al área de estudio.
- Identificar las principales especies de peces en la dieta del hombre y de la nutria gigante y determinar los principales sitios de forrajeo y pesca.
- Determinar el solapamiento de nicho alimenticio entre los pobladores y las poblaciones de nutrias gigantes dentro del área de estudio.
- Caracterizar la explotación pesquera y subrayar aspectos relevantes que amenacen indirectamente la supervivencia de la nutria gigante en al área.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1 PARQUE NACIONAL YASUNÍ

El PNY se ubica en la Amazonía Ecuatoriana (provincias de Orellana y Pastaza) y es la mayor área protegida del Ecuador continental con 982 000 ha de extensión (Campos, 1998a; Figura 2). Conjuntamente con el Parque Nacional Manú en Perú, el PNY es la reserva con la mayor biodiversidad de anfibios, reptiles y mamíferos de Sudamérica (GEF, 1998b). El parque pertenece al “Refugio del Pleistoceno” del Napo, por lo que se le atribuye un grado excepcionalmente alto de endemismo en Sudamérica (Prance, 1985). Contiene importantes ríos como el Tiputini, el Yasuní, el Tivacuno, el Nashiño, el Shiripuno y el Cononaco, pero sólo de 10 – 23% del área total del parque corresponde a bosques estacionalmente inundados y pantanos (Pitman, 2000).

Con una elevación entre 175 y 400 msnm, el PNY tiene un clima cálido húmedo con precipitaciones promedio de 3 000 mm anuales (Romero-Saltos *et al.*, 2001). La humedad en el parque varía entre 80 y 94% (Pitman, 2000). La temperatura ambiental varía entre los 21,5 y 34,8 °C, con un promedio anual de 28,1 °C (Romero-Saltos *et al.*, 2001) y la temperatura del agua promedia entre 23 y 26 °C (GEF, 1998a).

Habitado por grupos indígenas Huaorani y Kichwa, el PNY es también una zona de riquezas culturales; estos pueblos subsisten mediante la caza, pesca y cosecha de productos naturales (Coello y Nations, 1989). Entre el límite Norte del parque y la orilla Sur del río Napo, existen alrededor de 11 comunidades Kichwa (GEF, 1998a). Hacia el flanco Oeste del parque, en cambio, se encuentra la Reserva Étnica Huaorani, con aproximadamente 1 700 habitantes en una extensión de 678 220 ha adicionales (Toledo y Lara, 2001). Por todo ello, en 1989 la UNESCO lo designó como Reserva de Biosfera Yasuní (Ruiz, 2000).

4.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en el extremo Nororiental del PNY y corresponde a la cuenca baja del río Yasuní, en la zona cercana a la confluencia con el río Napo (Figuras 2 y 3). La mayor parte de esta área ha sido considerada como "zona restringida" ya que posee ecosistemas característicos y que permite la intervención humana exclusivamente con fines científicos (Coello y Nations, 1989). En estas zonas restringidas se prohíbe tanto el uso de motores fuera de borda y vehículos, como la caza y pesca de fauna silvestre con fines comerciales y con métodos indiscriminados (como venenos, explosivos, trampas, redes y arpón). En la Brigada Militar del Tiputini, sin embargo, se producen actividades de caza, pesca y tala del bosque desde hace años (Coello y Nations, 1989).

Registros climáticos en el área estiman precipitaciones entre los 3 000 y 4 000 mm anuales, y temperaturas promedio mayores a los 23 °C con variaciones diarias de 10 °C (Hicks *et al.*, 1990). Las precipitaciones en esta zona presentan una tendencia bimodal, con una estación lluviosa (invierno) entre marzo y julio, una más corta (inviernillo) entre octubre y noviembre, y una estación seca entre diciembre y febrero (Saúl, 1975).

Durante el presente estudio se ocupó un campamento base en la Guardianía de Tambococha, puesto de control y vigilancia establecido por el Ministerio del Ambiente (18M 0452857 UTM 9892214). El campamento se encuentra a 230 msnm, aproximadamente 0,3 km al Sur de la desembocadura del río Tambococha y 5,5 km al Norte de la desembocadura del río Jatuncocha (Figura 3). Se estudiaron los siguientes sitios: (1) Parroquia Nuevo Rocafuerte y destacamento militar Yasuní en el río Napo; (2) Sistema Yasuní (río Yasuní y riachuelos afluentes), en una extensión de 15 km desde su desembocadura hasta 1 km hacia el Sur de su confluencia con el río Jatuncocha, (3) Sistema Tambococha o Salado (río y laguna), en una extensión de 15 km de recorrido

fluvial, y (4) Sistema Jatuncocha, donde se separaron las localidades laguna de Jatuncocha y río Jatuncocha, en una extensión de 15 km de recorrido fluvial .

4.2.1 NUEVO ROCAFUERTE

La parroquia de Nuevo Rocafuerte se ubica casi 300 km al Este de la ciudad de Francisco de Orellana ("El Coca") y a menos de 2 km del límite con Perú (Figura 3). Este asentamiento pertenece al cantón Aguarico, Provincia de Orellana, y ocupa unos 2 km² de la ribera Sur del río Napo. Los grupos indígenas propios de la zona fueron exterminados a principios del siglo XX por enfrentamientos y enfermedades aportados por los blancos, y desplazados por los Kichwas que inmigraron desde los Andes para la explotación del caucho (Terán, 1957). Según datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en Noviembre 2001, la provincia de Orellana cuenta con aproximadamente 86 500 habitantes, y el cantón Aguarico con 4 700. La parroquia de Nuevo Rocafuerte representa 30% de la población del cantón, con un total de 1 400 habitantes (826 en Nuevo Rocafuerte propiamente, y 579 en la zonas rurales periféricas) (Anexo 1).

4.2.2 RÍO NAPO

El río Napo es la cuenca hidrográfica más importante de la Amazonía Ecuatoriana y se origina en el Jatun-yacu, río que a 4 000 m de altitud recoge las aguas vertidas en las faldas de los volcanes Cotopaxi, Quilindaña y Antisana (Terán, 1957). El cauce del río Napo contiene arenas basales de las eras Ordovícica temprana y Cámbrica (Saúl, 1975). El Napo es un río de aguas blancas que acarrea grandes volúmenes de sedimentos desde la estribación andina; esto causa una alta erosión en sus orillas y provoca que sus crecidas tengan un fuerte impacto geológico (Sioli, 1984). Este río tiene un ancho inicial de 50 – 100 m, que aumenta corriente abajo hasta alcanzar los 1 000 m antes de unirse con el Amazonas. La temperatura de sus aguas aumenta corriente abajo en un rango de 20,5 a 28,0 °C, con una variación diaria de 2,7 °C cuando hay lluvia (Ibarra y Stewart, 1989).

4.2.3 RÍO YASUNÍ

La cuenca del río Yasuní nace en el corazón del PNY (cordilleras de Zapota y Castañas) y fluye en dirección Noreste un recorrido total de 300 km hasta unirse con el río Napo (Villavicencio, 1984) (Figura 2). Este río es el cuarto afluente más caudaloso de la cuenca del Napo (Terán, 1957). Antiguamente, las orillas del río Yasuní estaban ocupadas por tribus Záparo, pero en la actualidad este río cruza el territorio de varias comunidades Huaorani (Villavicencio, 1984). El curso medio de este río y el bosque circundante han sido declarados "zona vedada" porque poseen ecosistemas únicos y frágiles, y porque cualquier tipo de intervención humana foránea ha sido prohibida, incluso para la investigación científica (Coello y Nations, 1981).

4.2.4 RÍOS Y LAGUNAS EN TAMBOCOCHA Y JATUNCOCHA

Los bosques que rodean las cuencas de estos dos sistemas han sido clasificados como Bosques Siempreverdes de Tierras Bajas Inundables por Aguas Negras o Igapó (Sierra, 1999a). Los ríos de aguas negras contienen sustancias producidas por la descomposición de materia orgánica (Sierra, 1999). Se atribuye su origen a pantanos y bosques inundados (Goulding *et al.*, 1988). En estos ríos, las aguas son ricas en taninos fenólicos y pobres en otros compuestos dada su acidez (Saúl, 1975). Estudios recientes han demostrado que los sistemas amazónicos de aguas negras contienen una alta diversidad biológica (Goulding *et al.*, 1988; Henderson y Walker, 1990; Ibarra y Stewart, 1989), lo que ha sido atribuido a la contribución energética realizada por fuentes de alimento autóctonas y por las inundaciones estacionales (Goulding *et al.*, 1988). Se sabe que, durante las lluvias, los cuerpos de aguas negras se expanden lateralmente hacia los bosques circundantes, incorporando sus tributarios y desagües (Stewart *et al.*, 1996).

La laguna de Jatuncocha, en el extremo Sur del área de estudio, tiene un área de aproximadamente 2,2 km² (Herrera, com. pers., Laboratorio de Sistemas de Información

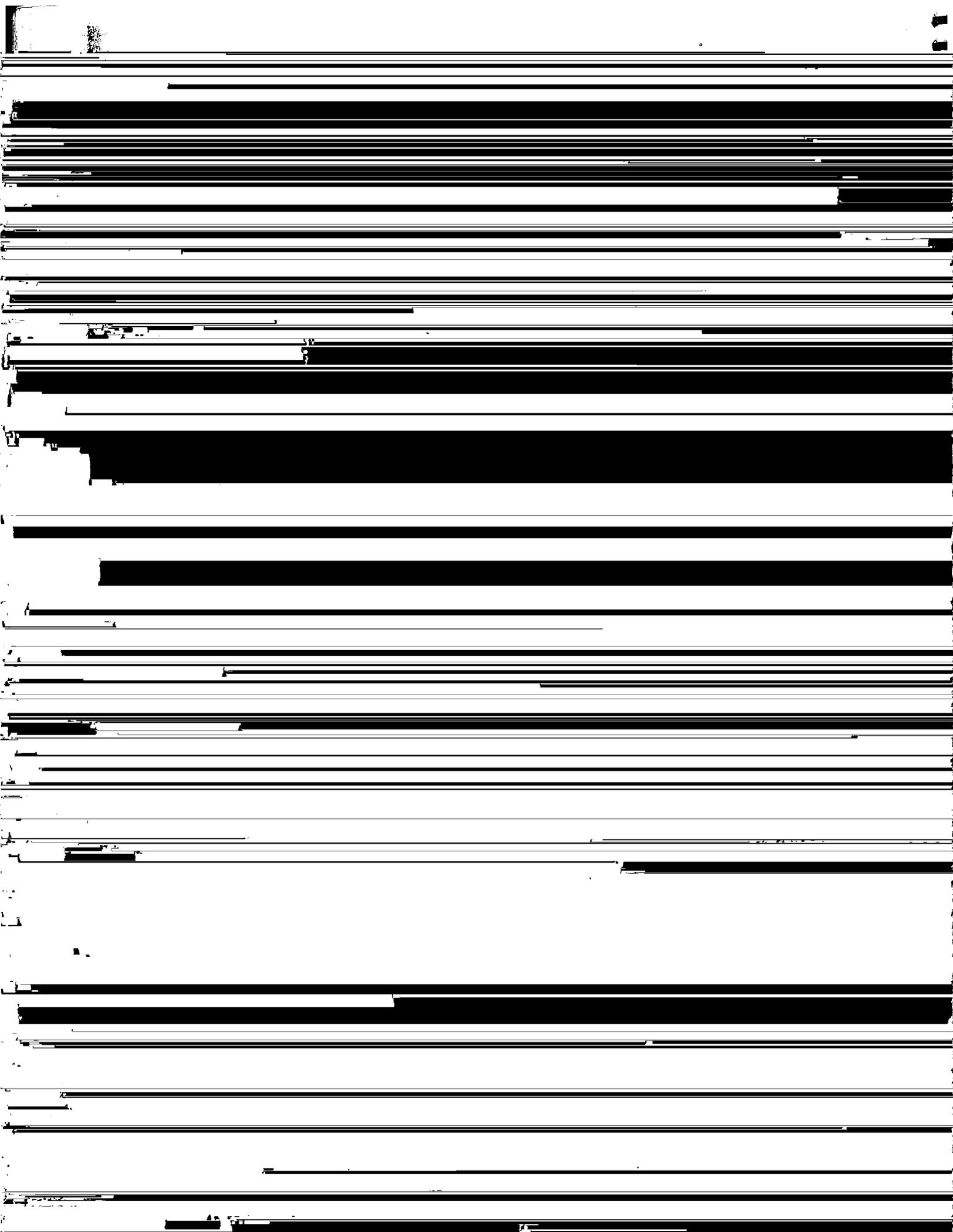
Geográfica de EcoCiencia). Esta ha sido declarada zona turística, es decir que las visitas en ciertas épocas del año deben ser controladas, así como la potencia de los motores utilizados y el tipo de actividades turísticas realizadas en sus alrededores (Coello y Nations, 1981).

4.3 DISTRIBUCIÓN DE LA NUTRIA GIGANTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En el Ecuador se ha reportado la existencia aislada de nutrias gigantes en los ríos Napo, Bobonaza, Ishpingo, Cuyabeno, Güepi, Tarapuy y Shiripuno (Utreras y Tirira, 2001), y en el Perú se ha determinado que estas viven en quebradas, ríos, lagos y zonas pantanosas de la selva tropical en grupos de hasta 10 individuos (Schenck, 1999).

En el área de estudio, se determinó la presencia de cinco individuos en Tambococha (dos adultos, dos juveniles y una cría) y de seis individuos (dos adultos y cuatro juveniles) en Jatuncocha (Lasso, 2003). Ambos grupos habían establecido 53 letrinas y ocupado 24 madrigueras (Figuras 4 y 5). La mayoría de letrinas se encontraron en bosques inundables y una menor cantidad en bosques de *terra firme*. Lo contrario sucedió con las madrigueras, cuya gran mayoría se encontró en *terra firme*. En el sistema Tambococha, Lasso (2003) determinó que el área de vida de las nutrias gigantes fue de *ca.* 4,4 km² (1,1 individuos / km²) y en el sistema Jatuncocha, el área de vida de las nutrias gigantes fue de 6,1 km² (1 individuo / km²).

Durante el siglo pasado la caza intensiva de pieles disminuyó dramáticamente las poblaciones de nutrias gigantes en Sudamérica y hasta la década de 1990, las que han sobrevivido se ven aún amenazadas por actividades como la colonización del bosque tropical bajo y la pesca indiscriminada (Staib y Schenck, 1994). Según Lasso (2003), los ríos y lagunas de Tambococha y Jatuncocha aún son hábitats propicios para la existencia de estos mamíferos acuáticos, no sólo por sus características estructurales y físico químicas, sino también por la aparentemente escasa actividad antrópica en el área.



de los individuos (Ricker, 1971). Para determinar estas variables en el muestreo, se consideraron tres criterios: (1) que la Amazonía presenta una alta biodiversidad, por lo que los métodos de pesca deben ser variados; (2) que óptimamente la colecta debería encontrarse dentro del rango de tamaños sugerido por la literatura sobre la dieta de la nutria gigante (entre 10 - 100 cm de longitud total); y (3) que la mayoría de peces colectados sean los cotizados en la pesca de la zona. De allí la aplicación de varios métodos utilizados en todos los hábitats posibles (Anexos 3 y 4).

Se usaron una red de arrastre y tres atarrayas de diferentes tamaños y ojos de malla (Anexo 4). Se empleó una red manual para atrapar peces dormidos en la superficie, para pesar y transportar especímenes peligrosos o de difícil manejo, o para mantener peces vivos por un tiempo. Durante la primera salida de campo se usaron tres redes agalleras de nylon multifilamento y cinco redes del mismo material durante las tres salidas subsecuentes. Cada una de ellas varió en sus medidas de longitud, profundidad y ojo de malla de nudo a nudo. En el caso de las redes, se estimuló eventualmente el movimiento de peces mediante la producción de ruido y luz en la zona (Ricker, 1971).

Se utilizó hilo y anzuelo en sus modalidades pasiva (flotador) y activa (caña), con una variedad de carnadas (lombriz, pez, insecto). Se usó una trampa de arco plegable exclusivamente en cuatro riachuelos y una ensenada de laguna. Este método permitió mantener los peces vivos e intactos por más de cuatro horas. Se colocó la trampa cada 24 horas, pero se realizaron revisiones cada 6, 12 y 18 horas.

Debido a la necesidad de por lo menos cinco horas de luz diarias para el tratamiento de los especímenes, no se utilizaron ciertos métodos durante el atardecer. Se realizaron sesiones de pesca durante 5 ó 6 días (o noches) seguidos, con 1 día de reposo (ciclos semanales). Cada día en el ciclo correspondía a cada localidad estudiada (río o laguna de Jatuncocha, río o laguna de Tambococha, y río Yasuní) de modo que cada uno

de ellos era visitado una vez por ciclo (Anexo 5). Las localidades se dividieron en sectores, donde los asistentes nativos ubicaron los sitios donde había mayor probabilidad de atrapar peces. En cada sector se emplearon todos los métodos descritos, por un período de tiempo similar (registrado en minutos). Agalleras, trampa de arco, y flotadores con anzuelo fueron colocados en los mismos sitios en cada sector. Los muestreos se realizaron en un total de 17 ciclos (95 días), durante 629 horas de pesca, con un promedio de 6,6 horas diarias.

5.1.3 COLECCIONES Y DATOS SOBRE LA ICTIOFAUNA

Puesto que las especies y tamaños de peces fueron preseleccionados por el tamaño de las redes y su ubicación en el agua, se descartaron para este estudio, además, los miembros de especies no apetecidas por la nutria gigante o por el hombre en la zona (por ejemplo, el pez eléctrico *Electrophorus electricus*). De los demás individuos obtenidos durante el muestreo se anotaron los siguientes datos:

1) Fecha y hora, No. de colección, localidad, sector y sitio de muestreo.

2) Nombre común, nombre de registro y/o nombre científico: los comunes son los nombres locales; los de registro son nombres descriptivos que permitieron distinguir morfoespecies o especies que llevan el mismo nombre común. La identificación de los especímenes se realizó mediante el uso de distintas claves taxonómicas (Géry, 1977; Lowe-McConnell, 1978; Taphorn y Lilyestrom, 1987; Burgess, 1989; Swing y Ramsey, 1989). En caso de no haberse realizado la identificación mediante claves, se mantuvo a los especímenes en formol al 12% (48 – 72 horas) y luego de un baño con agua se los colocó en contenedores herméticos con alcohol etílico al 70% (E. Silva, com. pers). También se tomaron diapositivas de especímenes vivos empleando una cámara fotográfica Cannon EOS 30 Elan 7E, 28 – 80mm (Figura 7). El Dr. Ramiro Barriga-Salazar (EPN) y la Lic. Cecilia Puertas realizaron las identificaciones faltantes. La colección reposa en el museo de la EPN.

3) Longitud estándar (LE) y longitud total (LT): ambas mediciones se registraron en mm con un flexómetro de metal (de 5 m) y con una regla plegable de madera (Lufkin, 5m). Las mediciones se realizaron en línea recta (y no sobre la curva del cuerpo), con el pez yaciendo en su costado derecho, mirando hacia la izquierda y con los maxilares cerrados en posición normal (Ricker, 1971). Estas mediciones se registraron inmediatamente después de la captura con peces vivos y en algunos casos con especímenes muertos.

4) Peso húmedo (W): se registró mediante pesolas de capacidad para 10, 100, 500, 1 000, 5 000 g y 50 lb.

5.1.4 RESTOS ÍCTICOS: ESCAMAS, OTOLITOS Y HUESOS

De por lo menos 10 individuos de cada especie se obtuvieron escamas, otolitos, huesos y, en ciertos casos, espinas. Estas estructuras permitieron realizar una comparación posterior con los restos ícticos extraídos de heces colectadas en letrinas de la nutria gigante durante la investigación de Lasso (2003) realizada en la misma área y fase de estudio.

Las escamas (Figura 8) fueron recogidas del costado izquierdo del pez, de las zonas dorsal y pectoral justo debajo de la aleta correspondiente, y de la zona caudal (sobre la parte terminal del pedúnculo caudal). Luego fueron lavadas con agua, colocadas por separado en sobres de papel impermeable y expuestas al sol durante dos horas (tomado de Silva, 2000). Los otolitos (Figuras 8 y 9) fueron removidos del área craneal del pez según tres métodos: (1) mediante un corte vertical de la cabeza del pez en el borde posterior del opérculo (cíclidos y carácidos); (2) por sección horizontal ligeramente por debajo de la tapa craneal (peces grandes o de osificación muy resistente) y/o; (3) cortando la cabeza longitudinalmente y exactamente por la mitad (siluriformes). Una vez obtenidos, los otolitos fueron lavados con agua, colocados en sobres de papel impermeable y expuestos al sol por dos horas (modificado de Campana, 1999).

El método utilizado para la obtención de esqueletos completos de peces fue la digestión de las partes carnosas mediante la ayuda de derméstidos, hormigas y larvas de mosca (Secor *et al.*, 1991). Este proceso tardaba entre cuatro y diez días dependiendo del tamaño de los peces. Se aceleró este proceso removiéndoles las vísceras, cocinándolos por un minuto y colocándolos en una caja cilíndrica de malla de metal en un sitio abierto. Esto permitió que los insectos se alimentasen y evitó ataques o secuestros por parte de otros predadores. Para prevenir la desecación excesiva de la carne se la humedeció periódicamente. Al final del proceso, los huesos fueron lavados con agua, secados al sol y colocados en una funda plástica de cierre hermético.

5.1.5 DATOS DE PESQUERÍA

Se realizaron encuestas directas a los pescadores en recorridos periódicos por toda el área de estudio o durante su paso por el campamento base (Guardianía de Tambococha). Durante estos encuentros se anotaron los siguientes datos: fecha y hora, número de encuestado por embarcación, localidad, nombre común de los peces, longitud y peso, tipo y motor de la embarcación, número de ocupantes, método(s) empleado(s), hora inicial y final de la pesca. Se aplicaron, además, entrevistas informales a un total de 47 viviendas en Nuevo Rocafuerte y sus alrededores (tomado de Curran *et al.*, 2000; Anexo 6).

5.2 FASE DE LABORATORIO

Los sobres con escamas fueron agrupados según especies, morfoespecies y nombres comunes. Las escamas fueron ablandadas y limpiadas en agua por un minuto y analizadas sobre portaobjetos con microscopios de objetivos 10x y 40x. Se seleccionaron para el montaje las escamas no regeneradas o los ítems más cercanos a este criterio (E. Silva, *com. pers.*). Estas escamas fueron lavadas en una solución de KOH 5% durante uno a dos minutos. Luego, mediante pinzas de punta fina, se las colocó prensadas entre dos

portaobjetos ajustados por los bordes con cinta adhesiva. Por lo menos cinco muestras de escamas de cada morfoespecie fueron prensadas, además de una placa adicional con escamas regeneradas y de formas atípicas. Analizados en condiciones idénticas a las escamas, los otolitos en mejor estado (i.e. completos, limpios y en pares) fueron lavados en KOH 5% y pegados sobre portaobjetos con líquido adherente de secado inmediato (uno de ellos en posición ventral y el otro en posición dorsal). El material de referencia (escamas, otolitos y esqueletos) se encuentra almacenado según ordenes, familias y especies en el Museo de Zoología QCAZ de la PUCE (Figura 8).

5.3 ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis y difusión de los datos se utilizaron los siguientes programas: (1) SPSS 7.5 versión estudiantes y Microsoft Excel 2000 para la tabulación y tratamiento estadístico de los datos cuantitativos, y (2) Xact 2000 para gráficos, Adobe Photoshop (versión 5.0) para fotos y escamas, y ArcView (versión 3.2) para la creación de mapas.

Las comparaciones de diversidad en cuanto a distribución se realizaron mediante el conteo de presencia o ausencia de cada una de las especies en los 10 sectores estudiados. El criterio de distribución se aplicó del siguiente modo: presente entre 7 y 10 sitios = especie ampliamente distribuida; presente entre cuatro y seis sitios = distribución moderada; y presente entre uno y tres sitios = especie con distribución restringida.

Para saber si existieron diferencias significativas entre sectores, localidades y sistemas en cuanto a diversidad y abundancia relativa de las distintas especies de peces, se aplicó el método no paramétrico conocido como la prueba de Friedman, que analiza las diferencias mediante la estimación del χ^2 para cada sitio analizado (significación al 5%).

Se utilizó también un Coeficiente de Similitud Faunística (Fowler, 1997) que es igual al número de especies compartidas en ambos sistemas multiplicado por 100 y

dividido para el número de especies en la región menos diversa (expresado en porcentaje).

Con el mismo fin se usó el índice de Jaccard (en Sánchez, 2002) para datos binarios:

$$S_j = a / (a + b + c)$$

donde, S_j = coeficiente de similitud o índice de Jaccard

a = número de especies presentes en la muestra o unidad de muestreo A y B

b = número de especies presentes en la muestra B pero ausentes en A

c = número de especies presentes en A pero ausentes en B.

Este índice se expresa en porcentaje (o como probabilidad en fracciones de 0 a 1.0), donde el valor mínimo 0 indica que no existen similitudes entre las unidades de muestreo comparadas y el valor máximo 100 indica que las unidades de muestreo son idénticas en cuanto a ausencia o presencia de determinadas especies.

La lista de especies anotada (Tabla 1) corresponde a individuos de peces cuya longitud total se encontraba entre 10 y 100 cm, por lo que este criterio no excluyó a miembros jóvenes de especies que pueden alcanzar una longitud mayor a los 100 cm. No se obtuvieron, sin embargo, datos de tamaño y peso de muestras iguales o mayores a 10 individuos para todas las especies por lo que se presentaron en la

frecuencias locales y totales, presentadas en la investigación de Lasso (2003).

Las preferencias dietéticas del hombre obtenidas en las entrevistas informales incluyeron a los habitantes de 47 viviendas. Los ocupantes de cada vivienda respondieron a la pregunta “¿Qué pez prefiere para comer?” de una lista de 24 nombres comunes correspondientes a 40 especies de peces. En los resultados se asume que cuando la gente respondió a esta pregunta con un nombre común (p. e., “bocachico”), existe la misma probabilidad de que se esté refiriendo a *P. nigricans* o a *S. insignis*, ambos conocidos con ese nombre común. Los resultados presentados indican el porcentaje en que cada uno de estos nombres comunes aparece en la hoja de respuestas (Anexo 7).

Para medir el ancho del nicho del hombre y de la nutria gigante (es decir, cuán especializados son el uno y el otro en cuanto al uso del recurso pesquero), se utilizó el índice de Smith (tomado de Krebs, 1989), el cual permite tomar en cuenta la disponibilidad de los recursos:

$$I^*T = \sum (\sqrt{p_j a_j})$$

donde, I^*T = medida del ancho del nicho o índice de Smith.

p_j = proporción de individuos que utilizan el recurso j .

a_j = proporción que representa el recurso j en relación todos los recursos.

El valor I^*T obtenido es inversamente proporcional a la especialización dietética del animal: a menor ancho de nicho, máxima especialización (I^*T cercano a 0) y vice-versa (I^*T cercano a 1). Dado que I^*T varía entre 0 y 1,0, esta es una medida estandarizada.

Para medir el solapamiento de nicho entre el hombre y la nutria gigante, se utilizaron varios índices que permitieran tener un panorama amplio sobre las posibilidades de su interacción (todos tomados de Krebs, 1989):

1) El índice de MacArthur y Levins es una medida asimétrica entre una especie y otra; permite conocer en qué grado la dieta de una especie generalista se solapa con la de

una especialista y viceversa; así:

$$M_{jk} = (\sum^n p_{ij} p_{ik}) / (\sum p_{ij}^2)$$

donde, M_{jk} = medida de MacArthur y Levins del solapamiento de nicho de la especie k en el de la especie j ,

p_{ij}, p_{ik} = proporción que el recurso i representa del total de recursos usados por las especies j y k .

Para hacer que esta medida sea simétrica entre una especie y otra, es decir, sin tomar en cuenta el grado de especialización alimenticia de una y de otra, utilizamos la ecuación de Pianka:

$$O_{jk} = (\sum^n p_{ij} p_{ik}) / \sqrt{\sum p_{ij}^2 \sum p_{ik}^2}$$

donde, O_{jk} es la ecuación de Pianka,

n = número total de recursos,

p_{ij} = proporción del recurso i del total de recursos utilizados por la especie j ,

p_{ik} = proporción del recurso i del total de recursos utilizados por la especie k .

O_{jk} es una medida simétrica, por lo que el solapamiento que ocurre entre la especie A y la especie B es idéntico al que ocurre entre la especie B y la especie A. El rango de esta medida va de 0 (ningún recurso utilizado en común) a 1 (solapamiento total).

2) Se aplicó el solapamiento de porcentaje de Abrams, dado por la ecuación:

$$P_{jk} = [\sum^n (\text{mínimo } p_{ij}, p_{ik})] \times 100$$

donde, P_{jk} = solapamiento de porcentaje entre las especies j y k ,

p_{ij}, p_{ik} = las proporciones en que el recurso i es del total de recursos usados por las especies j y k ,

n = número total de recursos.

Este último es el índice más sencillo de interpretar porque mide el área real del solapamiento de las curvas de utilización del recurso de las dos especies. La ventaja de esta

medida es que no es sensible a cómo se han dividido los recursos, ya que los humanos son capaces de reconocer categorías alimenticias que pueden ser indiferentes para las nutrias gigantes. El valor obtenido está en el rango de 1 a 100, donde el valor menor indica que no se comparten recursos y el valor mayor que existe un total solapamiento de nicho.

3) Se aplicó el índice de Morisita simplificado (Krebs, 1989), que permite tener una medida más precisa con la misma utilidad que el ajuste de Pianka. Aunque ambos índices son similares (y la interpretación del valor final obtenido es idéntica), su aplicación permitió corroborar la certeza de los primeros cálculos realizados. El índice simplificado de Morisita se expresa:

$$C_H = (2 \sum p_{ij} p_{ik}) / (\sum p_{ij}^2 + \sum p_{ik}^2)$$

donde, C_H = índice simplificado de Morisita del solapamiento de nicho entre las especies j y k ,

p_{ij}, p_{ik} = proporciones en que el recurso i es del total de recursos usados por ambas especies ($i = 1, 2, 3 \dots n$),

n = número total de recursos.

4) Finalmente se aplicó el índice de Hulbert que es el único que toma en cuenta la disponibilidad para cada especie de los recursos en el ambiente, como sigue:

$$L = \sum (p_{ij} p_{ik} / a_i)$$

donde, L = medida de solapamiento de nicho de Hulbert entre las especies j y k ,

p_{ij}, p_{ik} = proporción en que el recurso i es parte del total de recursos usados por ambas especies j y k ,

a_i = cantidad o tamaño proporcional del recurso i ($\sum a_i = 1.0$).

El valor de este índice es igual a 1.0 cuando ambas especies utilizan cada recurso en proporción a su abundancia, es igual a 0 cuando las dos especies no comparten el recurso, y es mayor a 1.0 cuando las dos especies usan ciertos recursos más que otros y las

preferencias de ambas especies en cuanto a estos recursos tienden a coincidir.

Se utilizaron varias medidas para estimar las preferencias alimenticias del hombre y de la nutria gigante. Para interpretar estos datos se realizó una selección previa de las 15 especies críticas que el hombre y la nutria gigante utilizan en su dieta, del siguiente modo:

1) Puesto que interesa saber cómo el consumo de peces del hombre afecta al de la nutria gigante, se ubicó en orden descendente las diez especies con mayor frecuencia de apareamiento en la dieta de la nutria gigante (FN).

2) Se procedió de la misma manera con las especies consumidas por el hombre y, de entre las diez primeras, se añadió a la lista las cinco especies que se excluyeron mediante el paso 1. Este procedimiento fue totalmente arbitrario y se utilizó para reducir el número de especies a analizarse en los cálculos posteriores.

1) La primera medida aplicada fue el Índice de Electividad de Ivlev:

$$E_i = (r_i - n_i) / (r_i + n_i)$$

donde, E_i = medida de Electividad de Ivlev para cada especie i ,

r_i = porcentaje de especies i en la dieta,

n_i = porcentaje de especies i en el ambiente (oferta).

E_i varía entre -1 (mínimo) y 1 (máximo), donde los valores negativos indican evitación o selección indiferente de presas muy abundantes y los valores positivos indican preferencia o selección preferencial de presas poco abundantes.

2) La segunda medida utilizada – y la más sencilla – es la Proporción de Forrajeo, cuyo valor PF_i varía entre 0 e infinito, y donde los valores PF menores a 1 indican evitación y los valores mayores a 1 indican preferencia. La medida PF_i se expresa:

$$PF_i = r_i / n_i$$

donde, r_i = proporción o porcentaje de la especie i en la dieta

n_i = proporción o porcentaje de la especie i en la oferta

Esta medida no es utilizada frecuentemente porque no toma en cuenta una escala de preferencia negativa y positiva simétrica en cuanto a 0, pero en este caso es útil para comparar el consumo de las presas en la dieta incluyendo su disponibilidad.

3) Se utilizó un tercer índice que es la Diferencia de Rangos de Preferencia de Johnson (t_i). Esta medida consiste en darle un rango tanto al uso como a la disponibilidad (oferta) de los recursos utilizados por las especies en estudio y utilizar las diferencias de estos rangos como un índice de preferencia. Esta es una medida relativa de las preferencias, por lo que es ideal para ser aplicada con un número de especies previamente seleccionadas. Para calcular esta medida se procedió de la siguiente manera:

a) Se determinó el rango de uso (frecuencia en la dieta: TH para el hombre y TN para la nutria gigante) de los recursos desde 1 (el más usado) hasta m (el menos usado), donde m es el número total de especies a estudiarse. Si dos especies tenían el mismo valor, se les asignaba el mismo rango.

b) Se determinó el rango de disponibilidad (frecuencia en la oferta, TR) de m especies en el ambiente, y

c) Se calculó la diferencia de rangos (t_i) para cada una de las especies m . Así:

$$t_i = TH - TR \text{ (para el hombre) y } t_i = TN - TR \text{ (para la nutria gigante)}$$

donde, t_i = diferencia de rangos (medida de preferencia relativa),

TH , y TN = rango de uso del recurso por parte del hombre y de la nutria gigante, respectivamente, y

TR = rango de disponibilidad del recurso.

d) Finalmente, se ubicaron los valores obtenidos en orden descendente y se hizo la siguiente interpretación: valores negativos indican uso de especies según su disponibilidad y valores positivos indican uso preferencial de presas raras en el ambiente (es conveniente porque no se altera si se añaden o se quitan especies a la lista original).

6. RESULTADOS

En las distintas partes de esta sección, los resultados se describen en orden descendente en cuanto a área, unidad de tiempo o taxón; es decir que se analizan los resultados desde sistema hasta sector, desde mes hasta día, o desde orden hasta especie, para facilitar su comprensión.

6.1 OFERTA DE PECES PARA EL HOMBRE Y PARA LA NUTRIA GIGANTE

6.1.1 RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN DE LA ICTIOFAUNA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En un total de 95 días (629 horas) de pesca, se colectó un total de 2 896 especímenes de peces ($n = 95$ días; $\bar{x} = 30,5$ peces diarios; $SD = 0,9$). Estos peces representan a 8 órdenes, 25 familias, 74 géneros y 95 especies. En cuanto a riqueza de especies, los principales órdenes fueron Characiformes con 45,3%, Siluriformes con 30,5% y Perciformes con 12,6%. Las familias con mayor número de especies fueron Characidae (29,5%), Pimelodidae (11,6%) y Cichlidae (8,4% del total de especies; Tabla 1).

El sistema Jatuncocha fue el más rico en número de especies con un total de 82 especies colectadas; le siguen Tambococha con 71 y Yasuní con 63. Dentro del sistema Jatuncocha la laguna fue la localidad donde aparecieron más especies (79,3%), lo que no sucedió en el sistema Tambococha, donde la mayor cantidad de especies ocurrió en el sector del río cercano a la laguna (74,6%). Un total de 63 especies estuvieron presentes exclusivamente en los sistemas Tambococha y Jatuncocha (66,3% del total; Anexo 8).

Ocho especies se encontraron en todos los sectores de muestreo: *Potamorhina altamazonica*, *Serrasalmus rhombeus*, *Hoplias malabaricus* y *Prochilodus nigricans* entre los carácidos, *Osteoglossum bicirrhossum* (Osteoglossiformes), *Cichla monoculos*, *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes) y *Pimelodella* sp. 1 (Siluriformes). Entre las

demás especies de amplia distribución se destacaron *Schizodon fasciatum*, *Boulengerella maculata*, los curimátidos, los cynodóntidos, las palometas (subfamilia Myelinae) y las pirañas (subfamilia Serrasalminae; Anexo 8).

Se obtuvo 88,7% de similitud faunística entre los sistemas Jatuncocha y Tambococha mediante el coeficiente de Fowler. Al comparar ambos sistemas con el río Yasuní, se obtuvo un coeficiente de similitud faunística de 96,1%. Entre las 30 especies más abundantes, sin embargo, 29 estuvieron presentes en Jatuncocha, 28 en Tambococha y sólo 18 en Yasuní (Tabla 2). El índice de Jaccard aplicado a los sistemas de aguas negras señaló una similitud de casi 69%, *i. e.* que la probabilidad de encontrar en Tambococha una especie presente en Jatuncocha es de 0,7.

Las estadísticas del método no paramétrico de Friedman arrojaron diferentes resultados según el nivel al que fueron comparadas las áreas de muestreo (Anexos 9, 10 y 11). En Jatuncocha, los sectores A y B de la laguna no mostraron diferencias significativas en cuanto a la ictiofauna presente ($p = 0,9$), como tampoco se dieron diferencias significativas entre los sectores A y B del río ($p = 0,2$). El río y la laguna de Jatuncocha, sin embargo, sí mostraron diferencias significativas en cuanto a su composición faunística de peces ($p = 0,01$). En este caso, fue la laguna de Jatuncocha la que presentó una mayor diversidad, como lo indicaron los valores descriptivos de la laguna ($\bar{x} = 9,26$ individuos por especie; $SD = 14,5$) que son marcadamente mayores a los del río ($\bar{x} = 5,12$ individuos por especie; $SD = 9,44$; Anexo 9).

En Tambococha no existieron diferencias significativas entre sectores del río ($p = 0,6$), pero sí las hubo entre el río y la laguna ($p = 0,04$). A diferencia de Jatuncocha, el río presentó una mayor diversidad en cuanto a abundancia de especies e individuos de peces ($\bar{x} = 5,77$ individuos por especie; $SD = 11,2$), al ser comparado con la laguna ($\bar{x} = 4,43$ individuos por especie; $SD = 8,84$). En el río Yasuní, las diferencias de la composición de

la ictiofauna entre los sectores comparados fueron altamente significativas ($p = 0.00$); en ese cuerpo de agua, el sector más rico resultó la zona media ($\bar{x} = 2,94$ individuos por especie; $SD = 8,55$; Anexo 10).

Las comparaciones entre sistemas con el test de Friedman también señalaron diferencias altamente significativas ($p = 0,00$). El sistema Jatuncocha resultó ser el más diverso en términos de abundancia relativa y distribución de las especies de peces, con valores mucho mayores ($\bar{x} = 14,4$ individuos por especie; $SD = 21,1$) que en Tambococha ($\bar{x} = 10,2$ individuos por especie; $SD = 18,2$) y que en Yasuní ($\bar{x} = 5,82$ individuos por especie; $SD = 12,3$; Anexo 11).

6.1.2 ABUNDANCIA RELATIVA DE LA ICTIOFAUNA DEL ÁREA

La abundancia de los individuos que integran cada especie varió entre *taxa* y entre sectores de muestreo. Los órdenes con mayor abundancia de individuos fueron Characiformes con 59,1% del total registrado, Perciformes con 26,3% y Siluriformes con 11,9% (Tabla 3). El 2,7% de individuos restante correspondió a los 5 órdenes de peces restantes. Dentro de Characiformes, las familias más representativas en cuanto a abundancia fueron Characidae (22,1%), Curimatidae (14,0%), Erythrinidae (9,1%) y Prochilodontidae (8,4% del total de individuos). En el orden Perciformes, la familia Cichlidae presentó la mayor abundancia de especímenes colectados, con 18,6% del total. Finalmente, la familia Pimelodidae fue la más sobresaliente en términos de abundancia dentro del orden Siluriformes (con 5,4% del total colectado).

Las especies con mayor abundancia en la comunidad fueron *P. nigricans* y *P. squamosissimus* (7,6% del total, cada una). Les siguen en orden descendente *P. altamazonica*, *H. malabaricus*, *Astronotus ocellatus*, *Triportheus elongatus*, *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *C. monoculos* y *P. nattereri*, con entre 7 y 3% de individuos

del total capturado. Se encontró 35 especies muy raras que representaron una proporción menor a 0,3% del total (Tabla 3 y Anexo 12).

De los 2 896 especímenes registrados, 47,2% fue colectado en el sistema Jatuncocha, 33,7% en el sistema Tambococha y 19,1% en el río Yasuní (Tabla 4). En cuanto a las localidades, la mayor abundancia se registró en la laguna de Jatuncocha, con 64,5% del total de los individuos en el sistema. Lo contrario ocurrió en el sistema Tambococha, donde la mayor abundancia estuvo representada en el río (57%). Solamente el río Yasuní presentó diferencias en cuanto a la abundancia de individuos: alrededor de 50% de los individuos fueron colectados en los sectores cercanos a las bocanas de Tambococha y Jatuncocha (22,4% y 25,3%, respectivamente), mientras que 52,2% de los especímenes fue colectada en la porción intermedia del río.

6.1.3 RANGO DE TAMAÑOS Y PESOS DE LA ICTIOFAUNA ESTUDIADA

El ciclido *Hypselecara temporalis* registró la menor longitud estándar ($N_i = 10$; $\bar{x} = 124,5$ mm; $SD = 17,9$) y la especie con menor peso fue el curimátido *Psectrogaster essequiensis* ($N_i = 28$; $\bar{x} = 85,4$ g; $SD = 31,8$). La arawana (*O. bicirrhosum*) fue la especie con mayor longitud ($N_i = 16$; $\bar{x} = 663,1$ mm; $SD = 162$) y *Piaractus brachipomum* el pez con el mayor peso ($\bar{x} = 4 807,9$ g; $SD = 1 450,3$; Tabla 2). La prueba de Friedman reveló diferencias altamente significativas en cuanto a longitud estándar ($p = 0,02$) y peso ($p = 0,00$) al compararlas entre sistemas. Para ambas medidas, Jatuncocha presentó los mayores valores para la media ($\bar{x} = 242,9$ cm; $\bar{x} = 536,7$ g) de las 30 especies de peces analizadas (Anexo 11).

6.1.4 VARIACIONES EN EL TIEMPO EN CUANTO A LUGAR Y ABUNDANCIA RELATIVA

Se obtuvo un promedio de capturas de 482,7 peces al mes ($N_i = 2\ 896$; $SD = 14,3$), 31,6 peces diarios ($n = 95$ días; $SD = 6,7$) y 4,9 peces por hora de pesca ($n = 629$ horas, $SD = 1,1$). Agosto-septiembre 2001 y enero 2002 presentaron los mayores valores totales de individuos obtenidos en cada período (Tabla 5). Si se toma en cuenta los promedios de individuos capturados por día y por hora, los valores mayores se agrupan en diciembre 2001 y enero 2002, con un promedio de 41,6 y 38,3 peces / día y 6,0 y 5,4 peces / hora de pesca, respectivamente ($n_{12} = 416$ individuos; $SD = 2,8$; $n_{12} = 613$ individuos; $SD = 2,6$). El período de menores capturas por día y por hora de pesca fue agosto-septiembre 2001 ($N_i = 657$; $\bar{x} = 25,3$ individuos por día; $\bar{x} = 3,7$ individuos por hora; $SD = 1,6$; Tabla 6).

El sistema Jatuncocha registró un promedio de 228 capturas al mes ($N_i = 1\ 368$; $SD = 78,6$), en Tambococha el promedio mensual fue de 162,5 peces ($N_i = 975$; $SD = 57,5$) y en Yasuní se realizaron 92,2 capturas por mes ($N_i = 553$; $SD = 21,7$). Al comparar el promedio de capturas diarias entre sistemas, Jatuncocha fue el sistema que presentó los valores mayores ($\bar{x} = 38$ peces diarios; $SD = 8,3$), mientras que se capturó cerca de 28 peces diarios tanto en Tambococha ($SD = 8,1$) como en Yasuní ($SD = 8,5$; Tabla 6).

En todos los meses de estudio, Jatuncocha fue siempre el sistema más rico en cuanto a abundancia de individuos capturados. En este sistema las mayores capturas diarias se realizaron durante los períodos de diciembre 2001 ($\bar{x} = 51$ peces diarios), enero ($\bar{x} = 42$ peces diarios) y febrero 2002 ($\bar{x} = 40$ peces diarios). En Tambococha el patrón es similar, con un número de individuos menor durante febrero 2002 ($\bar{x} = 24$ peces diarios). En Yasuní, los meses en que se registraron mayores capturas diarias fueron noviembre 2001 ($\bar{x} = 33$), diciembre 2001 ($\bar{x} = 38$) y marzo 2002 ($\bar{x} = 34$ peces diarios; Tabla 6).

6.2 DIETA DEL HOMBRE Y DE LA NUTRIA GIGANTE

En esta sección se analizan como dieta del hombre los resultados obtenidos mediante las encuestas directas mantenidas con los pescadores *in situ* (durante la pesca) y en las entrevistas informales mantenidas con el resto de la población. Parte de los resultados de la dieta de la nutria gigante se obtuvieron en el estudio de Lasso (2003; Anexo 13).

6.2.1 DIETA DEL HOMBRE

Los resultados de las entrevistas revelaron que 40% de los pobladores entrevistados (n total = 340 entrevistas) tenían una fuente alternativa de proteína animal cuando el pescado es escaso. En pocos casos se menciona la caza o adquisición de carne de monte, lo que dan las chacras (gallinas, chanchos), el aprovechamiento de la producción de fincas ganaderas y el consumo exclusivo de enlatados. Se concluye gracias a esta información que el pescado es la principal fuente proteica animal para los habitantes de la zona.

6.2.1.1 Composición y Frecuencia Relativa

Un total de 52 especies (939 individuos) de peces conformaron la cosecha de los pescadores durante el tiempo de estudio (ca. 55% del total de especies registradas). En cada visita (n = 60), los pescadores obtenían un promedio de 5,5 kg de pescado (peso total de la cosecha = 333,96 kg). Estos peces pertenecieron a 6 órdenes y 17 familias. Según la abundancia de individuos, los órdenes más frecuentes en la cosecha fueron Characiformes (58%), Perciformes (34%) y Siluriformes (8%). Las familias de peces con la mayor abundancia fueron Characidae (18,5%), Prochilodontidae (14,5%), Curimatidae (14,2%), Cichlidae (19,8%) y Pimelodidae (con 5% del total de individuos). Las especies que conformaron la mayor parte de la cosecha pesquera, sin embargo, representaron a otras dos familias: Sciaenidae (*P. squamosissimus*) y Erythrinidae (*H. malabaricus* y *H. unitaeniatus*; Tabla 7).

Aproximadamente 50% de la cosecha estuvo concentrado en seis especies de peces: *P. squamosissimus* y *P. nigricans* representaron juntos el 28,3% de la dieta humana. El 22% restante lo constituyeron *P. altamazonica* (7,7%), *T. elongatus* y *H. unitaeniatus* (5,1% cada uno), y *Aequidens tetramerus* (4,9% del total). El resto de especies de la dieta constituyen cada una menos de 4,5% del total (Tabla 7, Anexo 14).

6.2.1.2 Distribución Geográfica, Rangos de Tamaños y Variación en el
Tiempo

Los pescadores colectaron en promedio 10,9 peces diarios ($N_i = 939$, en 86 días de pesca; $SD = 3,1$) y 134,1 peces al mes (7 meses, $SD = 12,7$). En cuanto al promedio de peces capturados al día, los sistemas más productivos fueron Jatuncocha ($N_i = 554$; $\bar{x} = 12,6$ peces diarios; $SD = 2,8$) y Yasuní ($N_i = 244$; $\bar{x} = 11,6$ peces diarios; $SD = 3,0$), con valores que representan casi el doble del promedio diario en Tambococha ($N_i = 141$; $\bar{x} = 6,7$ peces diarios; $SD = 0,7$; Tabla 9). Durante septiembre 2001, noviembre 2001 y marzo 2002 los pescadores cosecharon la mayor cantidad de individuos al mes. En marzo 2002 se dieron las mayores capturas diarias ($N_i = 320$; $\bar{x} = 17,8$ peces al día, $SD = 5,6$) y en enero 2002 se dio el menor rendimiento diario de pesca ($N_i = 96$, $\bar{x} = 4,4$ peces al día, $SD = 0,4$).

Según estos datos, el éxito en la pesca diaria varió según el período mensual y los sitios de pesca. En el Río Yasuní en el mes de noviembre 2001 los pescadores obtuvieron un alto número de individuos en poco tiempo ($N_i = 75$; $\bar{x} = 37,5$ peces diarios); lo mismo ocurrió en Jatuncocha en los meses de agosto 2001 ($N_i = 59$; $\bar{x} = 19$, peces diarios) y marzo 2002 ($N_i = 166$; $\bar{x} = 23,7$ peces diarios). En Yasuní no se registró ninguna actividad pesquera durante agosto y diciembre 2001. En términos de peces por hora, los meses de noviembre 2001 y marzo 2002 fueron los más productivos (6,1 y 5,9 peces/h, respectivamente; Tabla 9).

6.2.1.3 Preferencias Dietéticas del Hombre

De un total de 47 familias entrevistadas ($n = 340$ personas), 127 personas eligieron uno de los peces presentados en la lista. Los peces preferidos por la gente fueron el pacu (*P. brachypomum*) con 15%, las palometas (5 especies de carácidos) con 12,5%, las viejitas (5 especies de ciclidos) con 11% y los bocachicos (2 especies de proquilodóntidos) con 8,6%. El resto de especies constituyeron frecuencias menores al 8% del total. Las

especies que no se mencionaron fueron *Psectrogaster essequibensis*, los dos miembros de la familia Cynodontidae (peces perro), y *O. bicirrhosum* (Anexo 7).

6.2.2 DIETA DE LA NUTRIA GIGANTE

6.2.2.1 Composición, Frecuencia Relativa, Distribución Geográfica y Variación en el Tiempo

Un total de 52 especies de peces formaron parte de la dieta de la nutria gigante durante el estudio (ca. 55% del total de especies en la oferta). Estos peces pertenecieron a 4 órdenes y 16 familias, de un total de 370 muestras de heces de las nutrias gigantes (Anexo 15). Según su frecuencia en las heces, los órdenes más relevantes en la dieta fueron Characiformes (60%), Perciformes (36%) y Siluriformes (4%). Las familias de peces con mayores valores porcentuales fueron Cichlidae (34,1%), Prochilodontidae (15,4%), Characidae (15,1%) y Anostomidae (11,6%). Dos especies abundantes en las muestras de heces pertenecen a la familia Erythrinidae.

Poco más del 50% del contenido específico de las heces de la nutria estuvo representado por ocho especies de peces: *P. nigricans* (en 13% de las muestras), *A. tetramerus* (con 9,2%), *S. fasciatum* (7,3%), tres cíclidos que juntos representan 13,8% de la dieta y los dos eritrínidos antes mencionados (*H. malabaricus* y *H. unitaeniatus*, que juntos suman 9% del total). El resto de especies de la dieta constituyen cada una menos de 3,5% del total (Tabla 10). En el sistema Tambococha, el número de especies identificadas en las heces de la nutria gigante fue mayor que en Jatuncocha: 56% del total de especies y 52,2% de los registros provenían de Tambococha. Las especies con alta frecuencia relativa en cuanto a presencia en las heces de la nutria gigante fueron *S. fasciatum*, *H. malabaricus*, *A. tetramerus* y *H. temporalis* durante todo el tiempo de estudio, y *P. nigricans*, especialmente en el año 2001 (Tabla 10 y Anexo 15).

6.3 SOLAPAMIENTO DE NICHO ALIMENTICIO ENTRE EL HOMBRE Y LA NUTRIA GIGANTE

6.3.1 ANCHO DEL NICHO ALIMENTICIO

El valor F^*T obtenido (índice de Smith) en el caso del hombre fue de 0,89. Esto indica que la cantidad de individuos de cada especie de peces que conforman la dieta del hombre es proporcional a su disponibilidad en el ambiente (Anexo 16).

El valor F^*T obtenido para la nutria gigante fue de 0,77. La cantidad de individuos y de especies de peces que consume la nutria gigante es menos proporcional a la disponibilidad de las mismas en el ambiente. Es decir que la nutria gigante es relativamente más especializada que el hombre en cuanto a la explotación de peces en su área de vida, escogiendo eventualmente a individuos de especies raras (Anexo 17).

Un total de 32 especies (33.7% del total en la oferta ambiental), pertenecientes a 16 familias de peces no se encontraron dentro de la dieta del hombre ni de la nutria gigante. Todas ellas tienen una frecuencia relativa menor al 0,6% del total en la oferta, es decir que son muy raras en cuanto a abundancia relativa en el área de estudio (Anexo 18).

6.3.2 ÍNDICES DE SOLAPAMIENTO DE NICHO

6.3.2.1 Medida de conflicto de nicho de MacArthur y Levin

La aplicación de esta medida da como resultado 82% de solapamiento de la dieta del hombre sobre la dieta de la nutria gigante (Anexo 19). La relación inversa nos da como resultado 61% de solapamiento de la dieta de la nutria gigante sobre la del hombre. Esto confirma de cierto modo que la nutria tiene un mayor grado de especialización que el hombre en cuanto su alimentación. La corrección simétrica de Pianka da un valor intermedio de 71% de solapamiento entre ambos nichos alimenticios.

6.3.2.2 Índice de Morisita

Este índice permitió corroborar los resultados previos, ya que se obtuvo un 70% de solapamiento entre la dieta del hombre y la de la nutria gigante. A pesar de que este índice muestra un menor error estándar que el de Pianka, vemos que la diferencia entre ambos es mínima (Anexo 19).

6.3.2.3 Solapamiento de porcentaje o índice de Abrams

Este cálculo da un resultado de 54,3% de solapamiento entre la dieta del hombre y la nutria gigante. En este caso se tomaron en cuenta los valores mínimos de las frecuencias

valores negativos y positivos. Estos valores, sin embargo, no se aproximan tanto al valor absoluto 1, lo que sugiere que la nutria consume peces según su disponibilidad (Figura 11).

Las especies de peces críticas con un valor E elevado, independientemente de su disponibilidad en la oferta, fueron *Leporinus muyscorum*, *S. fasciatum*, *Semaprochilodus insignis*, *Mylossoma duriventris* y *Chaetobranchius flavescens* (Tabla 11). Por otro lado, al analizar las 15 especies críticas o consumidas con mayor frecuencia por el hombre y por la nutria según su disponibilidad, las que obtuvieron valores positivos para E en la dieta de la nutria gigante fueron *S. fasciatum*, *A. tetramerus*, *H. temporalis*, *Satanoperca jurupari* y *C. flavescens*. Las que fueron consumidas por el hombre con índices de electividad positivos fueron *H. malabaricus*, *A. ocellatus*, *S. fasciatum* y *C. flavescens*. (Tabla 12).

6.3.2.2 Proporción de Forrajeo (PF)

Dentro de las 15 especies críticas compartidas por el hombre y la nutria gigante según su disponibilidad, muchas obtuvieron valores mayores a 1 (preferencia) para el valor PF . En la dieta del hombre, la mayoría de especies analizadas obtuvieron valores PF mayores a 1, de las que se destacan (en orden descendente): *A. tetramerus* (2,33), *Brycon* cf. *melanopterus* (1,95), *P. essequibensis* (1,90), *P. squamosissimus* (1,87) y *P. nigricans* (1,86). La especie con mayor evitación relativa fue *H. malabaricus* (0,48) (Tabla 12).

La dieta de la nutria gigante mostró una menor cantidad de especies con valores PF indicando preferencias. Las especies que destacaron con los mayores valores superiores a 1 fueron *S. fasciatum* (5,62), *A. tetramerus* (4,38), *H. temporalis* (2,60), y *S. jurupari* (2,19). La especie con un valor PF de evitación relativa fue *P. altamazonica* (0,17) (Tabla 12).

6.3.2.3 Índice de Diferencia de Rangos (t_i)

Según el índice t_i las especies que el hombre cosecha con preferencia a pesar de su poca disponibilidad en el ambiente fueron *A. tetramerus* (-4), *H. unitaeniatus* (-2) y *B. cf.*

melanopterus (-2). Las especies que el hombre consume preferentemente (a pesar de ser

abundantes) fueron *H. malabaricus* (7), *A. ocellatus* (5) y *C. flavescens* (3) (Tabla 12). El rango de preferencias del hombre según estos valores va de -4 a +7, cuyos valores absolutos, al ser sumados, dan una medida general del grado de especialización del hombre (12) en cuanto a su dieta de peces.

Las preferencias de la nutria gigante, según este índice, fueron más marcadas, ya que se obtuvieron valores t_i dentro del rango -10 a +10, lo que dio una suma absoluta de 20, valor indicador de una mayor especialización en el consumo de las 15 especies analizadas. De éstas, las de mayor preferencia fueron *S. fasciatum* (-10) y *A. tetramerus* (-7). Las especies de mayor elección por parte de la nutria gigante y que también son abundantes fueron *P. squamosissimus* (10) y *P. altamazonica* (10) (Tabla 12).

6.4 ASPECTOS INDIRECTOS DE INTERACCIÓN ENTRE EL HOMBRE Y LA NUTRIA GIGANTE

6.4.1 DATOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS

Entre agosto 2001 y marzo 2002, la temperatura diaria promedio fue de *ca.* 26,0 °C, (SD = 1,4) con una mínima de 22,8 °C y una máxima de 29,0 °C. Agosto 2001 fue el mes más frío (\bar{x} = 25,1 °C) y el mes más caluroso fue febrero 2002 (\bar{x} = 26,7 °C). La temperatura promedio del agua en el río Yasuní a 40 cm de profundidad fue de 23,2° C (SD = 1,4). Durante la fase de campo hubo un total de 857 mm de lluvia (excluido el mes de octubre 2001). El promedio de pluviosidad fue de 6.5 mm diarios (SD = 13,4). El día más lluvioso, con 75 mm, ocurrió en febrero 2002; ese fue también el mes de mayor pluviosidad (15,1 mm diarios) y enero 2002 fue el mes más seco (3,1 mm diarios; Figura 3). En el río Yasuní, los niveles mínimo y máximo del agua durante ese tiempo fueron de 13,7 y 16,3 m con un nivel promedio de 14,9 m (SD = 2,05; Anexo 2).

El Yasuní es un río de aguas blancas con una coloración rojiza muy marcada, a causa de su sustrato arcilloso (Figura 12). En los últimos 30 km de su recorrido, las orillas del río Yasuní se encuentran rodeadas por bosques y pantanos relativamente homogéneos. Los ríos Tambococha y Jatuncocha (Figuras 13A y B) localmente llamados caños, se caracterizan por tener un lecho abrupto, regularmente estrecho y profundo (Figura 14). Estos tienen una forma meándrica en sus últimos 20 km de recorrido y en ambos casos su profundidad y anchura aumentan progresivamente hasta que convergen con el Yasuní. Cada una de estas cuencas tiene una serie de riachuelos, remansos, pozas, pantanos y quebradas adyacentes que se forman y desaparecen a medida que sube y baja el nivel del agua. También se encontraron ensenadas, pequeños islotes de *terra firme* y masas de vegetación flotante cuya área variaba entre 1 y 10 m².

El río Tambococha forma parte del límite norte del PNY durante gran parte de su recorrido. Es un río de 5 a 35 m de ancho, que en los últimos 4 km, forma una pequeña laguna de hasta 60 m de ancho y se vuelve a estrechar en el último km. El río aumenta progresivamente en profundidad, con menos de 1 m de profundidad 20 km río arriba (época seca), y alcanzando una máxima de 5,6 m en la zona de la laguna (Figuras 13 y 14).

El cauce del río Jatuncocha es muy similar al Tambococha, y responde prácticamente al mismo patrón geográfico: a medida que fluye hacia el Este, pierde angostura y aumenta en profundidad. Es igualmente un encañonado de entre 5 y 40 m de ancho, cuya profundidad varía entre los 1,8 y 6,0 m. A diferencia del sistema Tambococha, el perfil del lecho del sistema Jatuncocha tiene variaciones más abruptas en cuanto a profundidad, y en general es más estrecho (Figuras 13 y 14). Aproximadamente 6 km antes de desembocar en el río Yasuní, el río Jatuncocha se ensancha en una laguna permanente con el mismo nombre. Esta laguna con forma de riñón alcanza aproximadamente 6,5 km de largo, 0,55 m de ancho en las zonas más vastas y 6 m de profundidad en la parte más

honda. Cerca de 1 km antes de llegar al río Yasuní, la laguna de Jatuncocha progresivamente se angosta y vuelve a formar un caño, con una profundidad media de 10 m y un promedio de 16 m de ancho.

Por estas características, existe un aporte importante de nutrientes a los caños de aguas negras cuando los ríos Napo y Yasuní crecen, represan y penetran en los caños durante la época lluviosa. Por lo menos en los últimos 10 km de cada sistema existe una constante mezcla de aguas con el río Yasuní durante todo el año, ya que únicamente durante los meses secos de enero y febrero 2002 existió una diferencia marcada en la coloración de las aguas entre Jatuncocha – Tambococha y Yasuní (en las bocanas).

6.4.2 ACTIVIDAD HUMANA Y PESQUERÍA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

6.4.2.1 Encuestas y entrevistas: resultados relevantes.

Se entrevistó a un total de 340 personas (47 viviendas) en Nuevo Rocafuerte. El total de personas incluidas en las entrevistas corresponde a *ca.* 41% de la población total de la parroquia (826 habitantes) (Anexo 1). Cada vivienda puede tener hasta 14 ocupantes, y el promedio por vivienda es de 7,2 habitantes (SD = 3,16).

El Destacamento Yasuní registró un total de 149 ingresos ($\bar{x} = 29,8$ ingresos al mes, SD = 18,5) de embarcaciones que circularon en la zona durante un total de 62 días entre agosto 2001 y enero 2002. Según este registro, un promedio de 28,4 personas visitan el parque al mes. Las visitas se concentraron mayoritariamente durante enero y febrero 2002 (39 y 26% respectivamente), siendo noviembre 2001 el mes de menor intensidad (9,4%). De un total de 41 embarcaciones diferentes, 30,1% ingresaron al parque en enero y 23,7% en febrero 2002. De estas, 91,4% provenían de Nuevo Rocafuerte y 90,2% (n = 37) tenían motor fuera de borda.

En las encuestas directas, se anotaron 77 visitas realizadas al PNY durante el tiempo de estudio, las que se componían de un total de 233 personas diferentes (43% de la población de Nuevo Rocafuerte), con un promedio de 3,1 personas por embarcación ($SD = 1,4$) y 38,8 personas al mes. Estas ingresaron en 3 quillas y 23 diferentes canoas a motor, todos con motivo de pesca, entre otros.

Las encuestas indicaron que los meses de mayor flujo de visitantes al área de estudio con motivo de pesca fueron marzo 2002 (25%), enero 2002 (23%) y septiembre 2001 (16%). Las localidades más visitadas para pescar fueron la laguna de Jatuncocha, el río Yasuní, los ríos Jatuncocha y Tambococha, y en menor proporción la laguna de Tambococha y el río Napo (Figura 15). Del total de visitantes, 95,3% ingresó a uno o más de estos destinos (i.e., al área de estudio dentro del PNY). Las entrevistas marcaron un patrón similar, aunque el río Napo consta como uno de los destinos más visitados según los pobladores.

Según los encuestados, los motivos de visita fueron la pesca (58%) y la caza (4,1%); (37% no declaró; Figura 16). Las sesiones de pesca tomaron un tiempo promedio de 5,4 horas ($SD = 45,6$ min.). El mes que requirió mayor inversión de tiempo en la pesca fue febrero 2002 con 6,8 horas promedio y noviembre 2001 (4,8 horas) el de menores tiempos por sesión. Los pescadores permanecieron dentro del área de estudio durante un promedio de 3,18 horas (más de 40% permaneció allí por menos de 2 horas y 31% entre 2 y 4 horas). Apenas 1% de los encuestados se mantuvo allí durante más de 18 horas, aunque existían pescadores clandestinos que no admitían haber pasado allí la noche.

Casi un tercio (30%) de los entrevistados no definió un sitio de pesca en particular. Del 70% restante, los destinos más visitados en orden descendente fueron la laguna de Jatuncocha (21%), el río Napo (20%), el río Yasuní (14%), y los ríos Tambococha y Jatuncocha (alrededor de 7% de los que respondieron a la pregunta) (Figura 17).

La concurrencia de personas al PNY fue irregular durante el tiempo de estudios según lo registrado por las observaciones directas. Se observó un flujo enorme de pescadores al área durante la última semana de noviembre 2001 (75 personas en 3 días), cuando el nivel del agua se encontraba alrededor de los 1,5 m en el río Yasuní (nivel entre medio y bajo). También hubo una gran afluencia de personas al parque (de 35 a 55 visitantes) entre el 12 y el 22 de septiembre 2001, cuando el nivel del agua en el río Yasuní variaba entre 1,5 y 2 m. Otra época de alta afluencia fue el período febrero-marzo 2002, con entre 10 y 35 personas en ciertos días (nivel del agua entre 1,75 y 3 m, entre medio y alto). Se registró una menor cantidad de gente ingresando al parque entre el 13 de diciembre 2001 y el 5 de febrero 2002, cuando el nivel del agua permaneció relativamente alto, fluctuando entre los 3,5 y 1 m (Figura 18).

Alrededor de 75% de los residentes de Nuevo Rocafuerte debe comprar pescado por lo menos una vez al mes, mientras que 21,3% ($n = 10$) no lo hace o lo hace muy rara vez. Confirmamos posteriormente que son estas diez cabezas de familia quienes viven de la pesca como principal fuente de ingresos. Se obtuvo el peso (en lb) de pescado consumido por semana y por vivienda (posteriormente transformado a consumo mensual / vivienda en kg). En *ca.* 30% de las viviendas se consume menos de 6 kg de pescado al mes. En 15 a 20% de las viviendas se consume entre 7 y 34 kg mensuales y sólo en 2% se consume más de 34 kg de pescado al mes (Figura 19).

Durante las encuestas, se obtuvo que en cada embarcación los pescadores obtenían un promedio 3,87 peces por hora durante sus faenas. La cosecha total de los pescadores entre agosto 2001 y marzo 2002 fue de 333,96 kg, con un promedio de 1,85 kg por persona ($n = 180$ personas, $SD = 1,22$). En este caso, el período mensual en que se sustrajo la mayor cantidad de pescado en peso de los ríos y laguna fue enero 2002, donde los pescadores ($n = 27$) obtuvieron *ca.* 99 kg de pescado. El período de menor productividad