

ANTECEDENTES DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DEL SAPO AFRICANO *XENOPUS LAEVIS* EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

GABRIEL LOBOS*, PEDRO CATTAN** y MATILDE LOPEZ*

*Laboratorio de Hidronomía, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile

Casilla 9206, E mail: mlopezm@abello.dic.uchile.cl

** Departamento de Ciencias Biológicas Animales, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile

Casilla 2, Correo 15, E mail: pcattan@abello.dic.uchile.cl

RESUMEN

Se analizaron aspectos de la ecología trófica del sapo africano (*Xenopus laevis*) introducido en la zona central de Chile. Se trabajó en cuatro sectores ocupados por la especie en la Región Metropolitana: Laguna de Batuco, Vertiente Cerros de Batuco, Cuesta de Ibacache y Antumapu (La Pintana). De estos ecosistemas se analizaron las variables físico-químicas del agua y se capturaron 111 ejemplares. En estas muestras se compararon los pesos de estos anfibios en diferentes hábitats por medio de un análisis de varianza; se calculó la amplitud del nicho dietario y se estimó la sobreposición de nicho entre sectores. *Xenopus laevis* se encontró tanto en ambientes muy intervenidos antropicamente como en otros más prístinos. El análisis de las estructuras etarias reveló diferencias significativas entre localidades ($F_{3,107} = 90,5$; $P < 0,001$). En todas ellas el peso de las hembras fue mayor al de los machos ($F_{1,109} = 40,2$; $P < 0,001$), lo que sugiere un definido dimorfismo sexual.

Las amplitudes de nicho fueron muy desiguales entre localidades, la composición de las dietas varió entre ellas, predominando el consumo de larvas de dípteros y del gastrópodo dulceacuícola *Physa* sp. Las hembras de mayor tamaño ingirieron un número relativamente grande de estados larvales de su misma especie, lo que refleja la capacidad depredadora de este anfibio. En general, la sobreposición dietaria entre sectores fue baja. Estas observaciones ponen de manifiesto la alta capacidad adaptativa de este anfibio exótico, lo que propiciaría su colonización de los ambientes acuáticos de Chile central.

Palabras claves: Anfibio, *Xenopus laevis*, Ecología trófica, Chile central

ABSTRACT

Aspects of the trophic ecology of *Xenopus laevis*, an amphibian introduced in Chile Central, were analyzed. The work was carried out in four areas inhabited by the species around Santiago of Chile: Laguna Batuco, Vertiente Cerros de Batuco, Cuesta de Ibacache and Antumapu (La Pintana). The physico chemical variables from these ecosystems were studied and 111 specimens were captured. The body weights of these amphibians were compared using means of a variance analysis. The niche breadth and niche overlap were calculated and the niche superposition among the different areas was estimated. *Xenopus laevis* was found in clean environments as well as in very transformed ones. The etarians structures revealed differences among localities ($F_{3,107} = 90,5$; $P < 0,001$). However, in all of

them the female weights were greater than the male ones ($F_{1,109} = 40,2$; $P < 0,001$), which suggest a definite sexual dimorphism.

Niche amplitude were completely unequal among localities, as well as the diet composition in general. The consume of dipteran and the fresh water gastropod *Physa* sp. predominated. The larger females of this anuran species eat a large number of larvae from their own species. These observations demonstrate the high adaptative power of this exotic amphibian, as an important element which facilitates its colonization of the aquatic environments from Central Chile.

Key words: Amphibian, *Xenopus laevis*, Trophic ecology, Central Chile.

INTRODUCCIÓN

Xenopus laevis es un anfibio originario de Africa que probablemente ingresó al país, como animal de experimentación, en la década de los setenta (Hermosilla, 1994). A partir de los años ochenta ha sido considerado como una especie asilvestrada en los medios acuáticos cercanos a Santiago (Veloso y Navarro, 1988). Una revisión de los antecedentes en Chile, revela que el conocimiento sobre este anuro como sus posibles efectos sobre los ecosistemas acuáticos del país son aún escasos e inciertos (Lobos, 1998). Formas (1995) ha planteado el posible impacto que puede provocar sobre la herpetofauna nativa la introducción de anfibios exóticos. También es escasa la información sobre los hábitos alimentarios de *Xenopus laevis*. Lamentablemente, no existe mayor información para las poblaciones asilvestradas en Chile. Incluso, la que existe sobre anuros chilenos es limitada. De estos últimos sólo existen algunos para *Pleurodema thaul* en cautiverio (Codoceo, 1957) y datos descriptivos respecto a la dieta de varias especies chilenas (Ceí, 1962). En un estudio más completo Nuñez *et al.*, (1982) compararon dos poblaciones de *Bufo spinulosus*, una de San Pedro de Atacama y otra del Tatio. De *Xenopus laevis* en cambio se desconoce la mayor parte de su biología en Chile y se requiere con urgencia estudiar esta especie introducida, lo que fue enfatizado por herpetólogos chilenos en el Simposio "Estados de Conservación de la Fauna de Vertebrados Terrestres de Chile" (Glade, 1983).

Estudios realizados en el extranjero (Mc Coid y Fritts, 1980) han señalado el hallazgo de *Gambusia affinis* y larvas de *Xenopus*, en estómagos de sapos africanos analizados en California; sin embargo el aporte de ambos ítems en la dieta, es de poca relevancia por su escasa frecuencia y la mayor depredación sería sobre invertebrados. Esos autores también documentaron que otro estudio realizado en el Congo, demostró que este anfibio se alimenta principalmente de invertebrados acuáticos, mientras que se comprobó en 35 estómagos (N=180 individuos) la presencia de renacuajos no determinables, huevos de anuros y ejemplares adultos. Con estos antecedentes el juicio sobre su posible rol predador para las especies nativas resulta controvertido. Así por ejemplo, se ha planteado su probable efecto negativo para la batracofauna chilena (Formas, 1995; Hermosilla, 1994). No obstante en un estudio realizado en California se destaca que *Xenopus laevis* ha sido injustamente considerado como un anfibio voraz, capaz de ejercer una fuerte presión sobre la fauna nativa, ya que dichas observaciones se habrían realizado en experiencias de acuario, donde las presas no pueden escapar, situación que no sería extensible a poblaciones silvestres. Aparentemente este sapo sería un torpe depredador, adaptado a la captura de presas lentas (Mc Coid y Fritts, 1980).

Este estudio analiza algunos aspectos ecológicos y los contenidos estomacales de cuatro colonias de *Xenopus laevis*, para obtener información preliminar que pueda contribuir al conocimiento de la posible problemática de este sapo africano en Chile.

Los sigui
todos per
tiente Ce
pu en La

diciones
a) Oxige
eléctrica

un instru
marca ES

ejemplar
cervical.
midioro
(10%). I
rior exar
tico. Par
(1977),
Pennak

1) Comp
varianza
2) Cálcu
blece un

donde p
recurso
3) Eval
cho (Pi
de acue

donde
ción de
4) Det
en que

Las m
vis, ca
obtuvo

MATERIAL Y MÉTODOS

Los siguientes sectores analizados presentaban cuerpos de agua ocupados por *Xenopus laevis*, todos pertenecientes a la Región Metropolitana: Laguna de Batuco (33°12'S; 70°50'W), Vertiente Cerros de Batuco (33°12'S; 70° 50' W), Cuesta de Ibacache (33°27'S; 71°20'W) y Antumapu en La Pintana (33°37'S; 70°39'W).

En estos cuerpos se midieron las variables, físico – químicas que se indican, dichas mediciones se realizaron entre noviembre de 1997 y febrero de 1998:

a) Oxígeno disuelto en el agua, b) Temperatura del agua, c) pH del medio y d) Conductividad eléctrica (salinidad).

Oxígeno y temperatura se registraron con un equipo Oxi-90 WTW, el pH se midió con un instrumento digital (Harch) y la conductividad eléctrica se determinó con un conductímetro marca ESD modelo 72.

Para el análisis de los contenidos estomacales se capturaron con redes y chinguillos 111 ejemplares. Fueron anestesiados y sacrificados en terreno, por disección de la médula a nivel cervical. Para establecer relaciones de tipo etaria los animales se pesaron (precisión ± 1 gr.) y se midieron (precisión ± 1 mm). Se determinó el sexo y se fijó el aparato digestivo en formalina (10%). Las muestras de aparatos digestivos se colocaron en frascos individuales, para su posterior examen macroscópico; en algunos casos, se realizaron preparaciones para microscopio óptico. Para las determinaciones de los contenidos se usaron las claves de: Chu (1949), Hurlbert (1977), Hustedt (1930), Maccan (1975), Merritt y Cummins (1978), Parra y Bicudo (1995), Pennak (1978), Prescott (1976) y Roldán (1988).

El análisis de los contenidos estomacales se efectuó a través de las siguientes etapas:

- 1) Comparación de los tamaños y pesos corporales entre hábitats por medio de un análisis de varianza.
- 2) Cálculo de la amplitud de nicho para cada hábitat según Pianka y Pianka (1976), que establece un índice de consumo de presas de acuerdo con la siguiente expresión:

$$AN = \left(\sum_{i=1}^R p_i^2 \right)^{-1}$$

donde p_i es el consumo proporcional del ítem i en relación al total. $AN=1$ cuando se usa un sólo recurso alimentario, hasta R cuando se usa R recursos en igual proporción.

- 3) Evaluación de la similitud dietaria entre los hábitats según el índice de sobreposición de nicho (Pianka y Pianka, 1976) que establece el grado de consumo de las presas entre poblaciones de acuerdo a:

$$\alpha = \sum p_{ij} p_{ik} / (\sum p_{ij}^2 p_{ik}^2)^{1/2}$$

donde α adquiere valores entre 0 y 1 (desde la sobreposición nula a completa), p_{ij} es la proporción del ítem i en el muestreo j y p_{ik} es la proporción en el muestreo k .

- 4) Determinación de estructuras etarias, basadas en las distribuciones de peso de las poblaciones en que se capturaron animales.

RESULTADOS

Las mediciones físico – químicas de los medios acuáticos en los que se capturó a *Xenopus laevis*, cada vez que se realizó un muestreo, permiten observar que el valor más alto de oxígeno se obtuvo en Cuesta de Ibacache (Cuadro 1).

Cuadro 1

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS OCUPADOS POR *Xenopus laevis* ASILVESTRADO EN CHILE (ENTRE NOVIEMBRE DE 1997 Y FEBRERO DE 1998)

Localidades	T °C	Altura m	Oxígeno p.p.m.	pH	Conductividad μ Siemens/cm y mg/L
Laguna de Batuco	22	485	3,7	7,4	2820 1980
Vertiente Cerros de Batuco	21,3	500	4,6	7,3	760 538
Antumapu (La Pintana)	27	620	3,1	8,6	870 617
Cuesta De Ibacache	19,6	300	7,4	7,8	555 398

Con respecto a la altitud de las localidades analizadas, nuestros resultados concuerdan con lo señalado por Veloso y Navarro (1988) quienes indican que la especie se ubica aproximadamente entre los 50 y 500 m.

Las temperaturas registradas en el agua fueron altas por la época en que se realizó el muestreo (Primavera-Verano). Con relación al pH los valores en general fueron uniformes. Con respecto al oxígeno disuelto en el agua, se observó que los lugares más prístinos son también los que presentan mayor concentración de este gas. *Xenopus laevis* ocupó algunos medios pobres en esta variable y con relación a la conductividad eléctrica ocupó un amplio rango de esta gradiente. En un experimento la especie toleró hasta un 30,5 por mil de salinidad, señalando que la mayoría de los anuros toleran hasta el 26 por mil (Munsey, 1972).

Las distribuciones de peso, así como la proporción de sexos fueron muy distintas entre las localidades donde se realizaron los muestreos.

Cuadro 2

DISTRIBUCIONES DE PESOS DE LAS COLONIAS DE *Xenopus laevis* ($\bar{x} \pm 2$ errores standard)

Localidades	N		Peso (g) $\bar{x} \pm 2$ EE	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Laguna de Batuco	43	8	123 \pm 1,69	60,5 \pm 3,15
Cuesta de Ibacache	24	8	34,08 \pm 1,86	22,37 \pm 1,39
Antumapu	5	18	29 \pm 1,64	19,89 \pm 2,27
Vertiente Batuco	4	1	156,25 \pm 5,06	80
Total	76	35		

Los pesos de los ejemplares entre estas cuatro colonias fueron muy desiguales ($F_{3, 107}=90,5$; $P<0,001$), variable que está fuertemente relacionada con el sexo ($F_{1, 109}=40,2$; $P<0,001$) de los especímenes.

Nicho trófico

Los diversos ítems consumidos en las cuatro localidades estudiadas, junto al valor de la amplitud de nicho trófico (basada en el consumo de presas animales) se muestran en forma separada para cada una de las localidades (cuadros 3, 4, 5 y 6).

Cuadro 3
Xenopus laevis. Categorías alimentarias en Laguna de Batuco

CATEGORIAS	N	%	F	F/51	CATEGORIAS	N	%	F	F/51
INSECTA					CRUSTACEA				
Coleoptera					Ostracoda	27	3,15	9	17,65
Hydrophilidae (L)	3	0,35	2	3,92	Isopoda	3	0,35	3	5,88
Gyrinidae (L)	1	0,12	1	1,96	MOLLUSCA				
Dityscidae	18	2,10	8	15,69	<i>Physa</i> sp.	321	37,50	38	74,51
<i>Megadytes</i> sp.	2	0,23	2	3,92	VERTEBRADOS				
Carabidae	1	0,12	1	1,96	<i>X. laevis</i> (larvas)	24	2,80	11	21,57
Odonata					<i>X. laevis</i> (juveniles)	1	0,12	1	1,96
Libellulidae (L)	17	1,98	12	23,53	RESTOS VEGETALES				
Coenagrionidae (L)	8	0,93	5	9,80	Microalgas			17	33,33
Coenagrionidae	2	0,23	2	3,92	CHRYSOPHYTA				
Aeshnidae (L)	3	0,35	2	3,92	<i>Synedra</i> sp.	+	-	46	90,20
Lepidoptera					<i>Achnantes</i> sp.	+	-	37	72,55
Indeterminado (L)	1	0,12	1	1,96	<i>Gomphonema</i> sp.	+	-	2	3,92
Noctuidae (L)	1	0,12	1	1,96	<i>Cocconeis</i> sp.	+	-	31	60,78
Diptera					<i>Cyclotella</i> sp.	+	-	36	70,59
Chironomidae	5	0,58	2	3,92	<i>Amphora</i> sp.	+	-	18	35,29
Chironomidae (L)	200	23,36	18	35,29	<i>Terpsinoe</i> sp.	+	-	1	1,96
Chironomidae (P)	11	1,28	3	5,88	<i>Fragillaria</i> sp.	+	-	5	9,80
Simuliidae	18	2,10	1	1,96	<i>Denticula elegans</i>	+	-	4	7,84
Hemiptera					CYANOPHYTA				
Notonectidae	102	11,91	8	15,69	<i>Aphanothece</i> sp.	+	-	40	78,43
Corixidae	82	9,58	26	50,98	<i>Anabaena</i> sp.	+	-	36	70,59
<i>Belostoma</i> sp.	1	0,12	1	1,96	<i>Borzia</i> sp.	+	-	1	1,96
Hymenoptera					CHLOROPHYTA				
Vespidae	1	0,12	1	1,96	<i>Ulotrix zonata</i>	+	-	37	72,55
Formicidae	1	0,12	1	1,96	<i>Cosmarium</i> sp.	+	-	35	68,63
Orthoptera					<i>Mougeotia</i> sp.	+	-	6	11,76
Blattidae	1	0,12	1	1,96	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	+	-	15	29,41
Acridiidae	1	0,12	1	1,96	<i>Pediastrum</i> sp.	+	-	4	7,84
					<i>Chlorococum</i> sp.	+	-	10	19,61
					TOTALES	856	100		
									AN= 4,50

Estómagos estudiados 51; 7 vacíos.
 N=Número de presas en los estómagos
 %=Porcentaje de la categoría en el total de presas
 F=Frecuencia de las categorías en los estómagos
 F/51=Frecuencia porcentual en los estómagos analizados.

AN=Amplitud de nicho.
 (L)=Larva
 (P)=Pupa
 +=Presente en número indeterminado
 -=Valores no calculados

Cuadro 4
Xenopus laevis. Categorías alimentarias en Cuesta de Ibacache

CATEGORIAS	N	%	F	F/32	CATEGORIAS	N	%	F	F/32
ANNELIDA					Notonectidae	3	0,29	2	6,25
<i>Aelosoma</i> sp.	15	1,45	4	12,50	Hymenoptera				
INSECTA					Formicidae	1	0,10	1	3,12
Plecoptera	86	8,33	16	50,00	Apidae				
Coleoptera					<i>Apis melliphera</i>	4	0,39	2	6,25
Dityscidae	25	2,42	10	31,25	Orthoptera				
Hidrophilidae	14	1,36	8	25,00	Blattidae	1	0,10	1	3,12
Hidrophilidae (L)	4	0,39	3	9,37	ARACHNIDA				
Cerambycidae	1	0,10	1	3,12	Araneae	3	0,29	3	9,37
Curculionidae	1	0,10	1	3,12	Pseudoescorpionidae	2	0,19	2	6,25
Buprestidae					CRUSTACEA				
<i>Anthaxia maulica</i>	1	0,10	1	3,12	Ostracoda	105	10,17	9	28,12
Carabidae	3	0,29	3	9,37	Amphipoda	15	1,45	2	6,25
Staphylinidae	1	0,10	1	3,12	MOLLUSCA				
Scarabidae	1	0,10	1	3,12	<i>Pisidium</i> sp.	13	1,26	1	3,12
Odonata					Vertebrados				
Libellulidae (L)	3	0,29	3	9,37	<i>X. laevis</i> (larvas)	11	1,06	8	25,00
Aeshnidae (L)	6	0,58	5	15,62	Restos vegetales			18	56,25
Lepidoptera					Microalgas				
Indeterminado (L)	1	0,10	1	3,12	CHRYSTOPHYTA				
Noctuidae (L)	2	0,19	2	6,25	<i>Synedra</i> sp.	+	-	8	25,00
Diptera					<i>Achnantes</i> sp.	+	-	6	18,75
Chironomidae (L)	508	49,22	29	90,62	<i>Gomphonema</i> sp.	+	-	18	56,25
Chironomidae (P)	101	9,79	13	40,62	<i>Gomphonema acuminatum</i>	+	-	6	18,75
Chironomidae	4	0,39	1	3,12	<i>Cocconeis</i> sp.	+	-	1	3,12
Culicidae (L)	82	7,94	5	15,62	<i>Cyclotella</i> sp.	+	-	16	50,00
Culicidae (P)	2	0,19	1	3,12	CYANOPHYTA				
Calliphoridae	1	0,10	1	3,12	<i>Anabaena</i> sp.	+	-	27	84,37
Simuliidae	4	0,39	1	3,12	<i>Gleocapsa</i> sp.	+	-	14	43,75
Tabanidae	2	0,19	1	3,12	CHLOROPHYTA				
Homoptera					<i>Ulotrix zonata</i>	+	-	22	68,75
Cicadidae	3	0,29	3	9,37	<i>Cosmarium</i> sp.	+	-	2	6,25
Hemiptera					TOTALES	1032	100		
Corixidae	3	0,29	3	9,37					AN= 3,61

Estómagos estudiados 32; todos con contenido.

N=Número de presas en los estómagos

%=Porcentaje de la categoría en el total de presas

F=Frecuencia de las categorías en los estómagos

F/32= Frecuencia porcentual en los estómagos analizados.

AN = Amplitud de nicho.

(L) = Larva

(P) = Pupa

+ = Presente en número indeterminado

- = Valores no calculados

Cuadro 5
Xenopus laevis. Categorías alimentarias en Antumapu

F/32	CATEGORIAS	N	%	F	F/23	CATEGORIAS	N	%	F	F/23
6,25	INSECTA					CRUSTACEA				
3,12	Coleoptera					Ostracoda	115	17,91	21	91,30
	Hydrophilidae	7	1,09	6	26,09	Isopoda	1	0,15	1	4,35
	Ditiscidae	5	0,78	2	8,69	MOLLUSCA				
6,25	Buprestidae	1	0,15	1	4,35	<i>Physa</i> sp.	412	64,17	20	86,96
	Odonata					Restos vegetales			9	39,13
3,12	Libellulidae (L)	1	0,15	1	4,35	Microalgas				
	Coenagrionidae (L)	16	2,49	9	39,13	CHRYSOPHYTA				
9,37	Coenagrionidae	1	0,15	1	4,35	<i>Synedra</i> sp.	+	-	11	47,83
6,25	Aeshnidae (L)	4	0,62	2	8,69	<i>Achnantes</i> sp.	+	-	10	43,48
	Lepidoptera					<i>Gomphonema</i> sp.	+	-	21	91,30
28,12	Noctuidae	6	0,93	6	26,09	<i>Gomphonema acuminatum</i>	+	-	3	13,04
6,25	Dermaptera					<i>Gomphonema constrictum</i>	+	-	4	17,39
	<i>Forficula</i> sp.	1	0,15	1	4,35	<i>Cocconeis</i> sp.	+	-	2	8,69
3,12	Diptera					<i>Cyclotella</i> sp.	+	-	16	69,56
	Chironomidae (L)	67	10,44	12	52,17	CYANOPHYTA				
25,00	Hemiptera					<i>Anabaena</i> sp.	+	-	14	60,87
56,25	Corixidae	1	0,15	1	4,35	<i>Gleocapsa</i> sp.	+	-	13	56,52
	Notonectidae	1	0,15	1	4,35	CHLOROPHYTA				
	Hymenoptera					<i>Ulotrix zonata</i>	+	-	17	73,91
25,00	Formicidae	2	0,31	2	8,69	<i>Cosmarium</i> sp.	+	-	19	82,61
18,75	ARACHNIDA					TOTALES	642	100		
56,25	Araneae	1	0,15	1	4,35					AN = 2,19
18,75										

Estómagos estudiados 23; todos con contenidos.
 N=Número de presas en los estómagos
 %=Porcentaje de la categoría en el total de presas
 F=Frecuencia de las categorías en los estómagos
 F/23= Frecuencia porcentual en los estómagos analizados.

AN=Amplitud de nicho
 (L)=Larva
 +=Presente en número indeterminado
 -=Valores no calculados

Cuadro 6
Xenopus laevis. Categorías alimentarias en Vertiente cerros de Batuco

CATEGORIAS	N	%	F	F/5	CATEGORIAS	N	%	F	F/5
INSECTA					MOLLUSCA				
Trichoptera	1	0,83	1	20,00	<i>Physa</i> sp.	6	4,96	2	40,00
Coleoptera					<i>Chilina</i> sp.	1	0,83	1	20,00
Dityscidae	11	9,09	4	80,00	Microalgas				
Carabidae	1	0,83	1	20,00	CHRYSOPHYTA				
Tenebrionidae					<i>Synedra</i> sp.	+	-	5	100,00
Nycterinus sp.	1	0,83	1	20,00	<i>Achnantes</i> sp.	+	-	2	40,00
Odonata					<i>Amphora</i> sp.	+	-	3	60,00
Libellulidae (L)	4	3,31	2	40,00	<i>Cyclotella</i> sp.	+	-	1	20,00
Diptera					<i>Surirella</i> sp.	+	-	1	20,00
Chironomidae (L)	7	5,78	1	20,00	CYANOPHYTA				
Calliphoridae	1	0,83	1	20,00	<i>Anabaena</i> sp.	+	-	4	80,00
Hemiptera					<i>Borzia</i> sp.	+	-	1	20,00
Corixidae	3	2,48	1	20,00	CHLOROPHYTA				
CRUSTACEA					<i>Ulotrix zonata</i>	+	-	3	60,00
Ostracoda	29	23,97	3	60,00	<i>Cosmarium</i> sp.	+	-	3	60,00
Amphipoda	55	45,45	4	80,00	TOTALES	121	100		
Isopoda	1	0,83	1	20,00					AN= 3,57

Estómagos estudiados 5; todos con contenido
 N=Número de presas en los estómagos
 %=Porcentaje de la categoría en el total de presas
 F / 5= Frecuencia porcentual en los estómagos analizados
 AN=Amplitud de nicho F = Frecuencia de las categorías en los estómagos

(L)=Larva
 +=Presente en número indeterminado
 -=Valores no determinado

Sobreposición de nicho dietario (α)

El rango para esta determinación fluctúa entre 0 y 1, siendo 1 la sobreposición total y 0 la falta de asociación entre dos localidades que se comparan (Cuadro 7).

Cuadro 7

Xenopus laevis. Sobreposición de nicho dietario (α) por localidades de captura

	Cuesta de Ibacache	Antumapu	Laguna de Batuco	Vertiente en Batuco
Cuesta de Ibacache	1			
Antumapu	0.36	1		
Laguna de Batuco	0.55	0.79	1	
Vertiente en Batuco	0.22	0.25	0.21	1

Los valores son en general bajos. Se evidencia lo diferente que son los ecosistemas analizados desde el punto de vista de la oferta y tipo de presas. Una alta asociación se da entre los sectores que presentaron las amplitudes de nicho más alta y más baja (Laguna de Batuco y Antumapu). Esto probablemente se deba a que en ambos los ítems más consumidos sean muy

semejante
 Cuesta de
 son diferen
 represent
 ser poco

Xenopus
 de Batuco
 pequeño
 dios lentí

F
 ocupados
 (O₂) y la
 tos lugar
 entre no
 presentó
 y de dipt
 los ítems
 un 56,06
 mo de re
 anfibio p
 sumieron
 presente
Xenopus
 magos d
 de una l
 el anfib
 chilena

muy tol
 Los chir

(AN= 3
 dos (59
 consum
 seguido
 como i
 tales se
 las hem
 presas

2,19).
 (17,9 %
 probar
 ceos co
 % de
 anfibio

semejantes (*Physa*, Chironomidae, por ejemplo). En el caso de comparar Laguna de Batuco con Cuesta de Ibacache, si bien las amplitudes de nicho son altas, las categorías más consumidas son diferentes, faltando por ejemplo *Physa* sp. en Cuesta de Ibacache (ítem que en el otro sector representó un 37.5 % de la dieta). Las comparaciones con la Vertiente Cerros de Batuco pueden ser poco precisas por el bajo número de ejemplares recolectados.

DISCUSIÓN

Xenopus laevis fue encontrado en ambientes prístinos, como son aquéllos de la vertiente Cerros de Batuco y Cuesta de Ibacache. También, fue localizado en sectores más intervenidos como un pequeño tranque en Antumapu (La Pintana) y Laguna de Batuco, ocupando de preferencia medios lénticos con aguas detenidas y en menor grado medios lóxicos con escorrentía.

En relación a los resultados de las mediciones físico-químicas de los medios acuáticos ocupados por *Xenopus laevis*, se puede señalar que, en general, el oxígeno disuelto en el agua (O_2) y la conductividad eléctrica fueron los parámetros con mayor variabilidad entre los distintos lugares. Estas mediciones se realizaron cada vez que se visitó estos lugares y se efectuaron entre noviembre de 1997 a febrero de 1998. La población de la Laguna de Batuco fue la que presentó la mayor amplitud de nicho ($AN=4,5$), con predominio del caracol *Physa* sp. (37,5%) y de dípteros de la familia Chironomidae (25,2%) en especial larvas de esta familia. Al agrupar los ítems en categorías se puede señalar que la clase más consumida corresponde a Insecta con un 56,06% (dípteros 27,33% y hemíptera 21,62%), seguida de Mollusca con 37,5%. El consumo de restos vegetales se constató en el 33,0% de la población capturada. La voracidad de este anfibio puede evidenciarse en el hecho de que las hembras de mayor tamaño ($\bar{x}=127,8$ g) consumieron un número importante de larvas de su misma especie (24 presas en 11 individuos; presente en el 21,56% de la población capturada). También se encontró un ejemplar juvenil de *Xenopus laevis* en el estómago de una hembra adulta. Nuñez *et al.* (1982) analizaron 120 estómagos del sapo nativo *Bufo spinulosus* en San Pedro de Atacama, documentando la presencia de una larva de anfibio. Cei (1962) sostiene que la rana chilena *Caudiverbera caudiverbera* es el anfibio nativo más voraz, que consume a otros sapos e incluso pequeños pájaros. La rana chilena llega a pesar hasta 3 k y supera en peso ampliamente a *Xenopus laevis*.

El mayor consumo de *Physa* sp. se puede explicar por el hecho de que esta especie es muy tolerante a aguas poco oxigenadas, por lo que domina en estos ambientes (Arenas, 1995). Los chironómidos también son comunes en este tipo de hábitat (Hynes, 1966).

La amplitud de nicho en la Vertiente de Ibacache fue menor a la de Laguna Batuco ($AN= 3,61$), aunque presenta más categorías (35 vs 27). Predominó el consumo de Chironómidos (59,4%), seguido de Ostrácodos (10,2%) y Plecópteros (8,3 %). Si se agrupan los ítems consumidos se puede evidenciar el alto consumo de Insectos con un 84,5% (68,6% de dípteros), seguido por Crustáceos con 11,6%. Esto concuerda con el hecho de que en Africa son estimados como importantes controladores de mosquitos (Hermosilla, 1994). El consumo de restos vegetales se evidenció en el 56,2 % de los ejemplares capturados. En esta localidad se constató que las hembras más livianas que las de Laguna de Batuco ($x 46,5$) consumen sus propias larvas (11 presas en 8 ejemplares; equivalente al 25% de la población analizada).

La población capturada en Antumapu presentó la amplitud de nicho más baja ($AN= 2,19$). La categoría más consumida fue el caracol *Physa* sp. (64,2 %), seguida por Ostrácodos (17,9 %) y Chironómidos (10,44 %). Al agrupar los ítems alimentarios resulta interesante comprobar que los más consumidos fueron Moluscos con un 64,2 % (solamente *Physa* sp.), Crustáceos con 18,1 % e Insectos con 17,6%. El consumo de restos vegetales se evidenció en el 39,1 % de los ejemplares capturados. Nuevamente se destaca la alta capacidad adaptativa de este anfibio, ya que en este ecosistema, muy poco oxigenado y abastecido con aguas de regadío, el

sapo africano se ha adaptado para explotar el recurso más abundante (*Physa* sp.), el que por presentar concha calcárea debe ser de difícil digestión. El bajo valor de la amplitud de nicho no dice relación con que *Xenopus laevis* sea especialista en consumir pocos recursos, sino que evidencia la poca riqueza de categorías alimentarias existentes en este ambiente. El consumo de larvas del sapo africano no se evidencia, probablemente por la talla pequeña de la población capturada.

Los ejemplares de la Vertiente de los cerros de Batuco presentaron una amplitud de nicho de AN=3,7. Sin embargo, se hace constar que sólo fue posible la captura de cinco ejemplares de un tamaño adecuado. Pese a ello es interesante reafirmar la capacidad adaptativa de *Xenopus laevis*, ya que acá consumió preferentemente anfípodos 45,4 % (Crustacea), una categoría poco representada en los muestreos anteriores. Mc Coid y Fritts (1980) sostienen que esta especie de anfibio no es un gran depredador, ya que su estudio de dieta arrojó que las larvas de su misma especie representan sólo un 0,03 % de la dieta, apareciendo en el 1,23% de los estómagos (N=81). Para Laguna de Batuco en cambio, estas larvas fueron un 2,8% de la dieta (esto es 93 veces más que el estudio de California, con una frecuencia de 21,5% de los ejemplares (N=51). Para Cuesta de Ibacache ese ítem representó un 1,06% (35 veces más), con una frecuencia del 25% de la población (N=32). Debe considerarse además, que este ítem es bajo (numéricamente) ya que su volumen como presa hace difícil su comparación, por ejemplo con invertebrados.

La presencia de microalgas en todos los ejemplares analizados, evidencia el fuerte carácter acuático de la especie en estudio, ya que al tragar agua en el momento de comer, permite que estas microalgas sean filtradas e incorporadas al tracto digestivo. Este recurso podría representar un aporte indirecto de nutrientes, que en el caso de los estados larvales resulta de gran relevancia (Lajmanovich y Fernández, 1995). Los mismos autores han sostenido que el dominio de algún género de éstas se relaciona con la abundancia en el medio.

No constatamos depredación sobre anfibios nativos, pero se debe señalar que estos no fueron detectados en los lugares inspeccionados. En el caso de medios acuáticos intervenidos antrópicamente es poco probable que compita con anuros nativos; pero en medios más prístinos resulta necesario seguir las investigaciones dada la gran capacidad adaptativa de este anuro exótico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Doctor Pedro Báez R. por el importante aporte a la revisión crítica del manuscrito y al Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola Ganadero (SAG) de la Región Metropolitana, en especial al Lic. Juan Sufán por su importante colaboración en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENAS, J.
1995 Composición y distribución del macrozoobentos del curso principal del río BioBio, Chile. Medio Ambiente 12 (2), p 39-50.
- CEI, J.M.
1962 Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago. 128+CVIII p.
- CODOCEO, M.
1957 Conducta del "Sapito de Cuatro Ojos" en cautividad. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 2 (15), sin p.

- l que po CHU, H. F.
 nicho n 1949 How to Know the Imature Insects. W. M. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 234 p.
- o que evi FORMAS, J.
 consumo d 1995 Anfibios. *En: Diversidad Biológica de Chile. Comité Nacional de Diversidad Biológica. Simo-*
 població 1995 *netti, J., Arroyo, M. K., Spotomo, A. & Lozada, E (Eds.). CONICYT. Santiago. Chile. p. 314 –*
 325.
- tud de ni GLADE, A. (Ed.)
 ejemplo 1983 Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Cooperación Nacional Forestal. Santiago. p.
 va de Xe 1-60.
 categori
- esta espe HERMOSILLA, I.
 vas de su 1994 Un sapo africano que se queda en Chile. Comunicación Museo de Historia Natural de Concep-
 s estóma ción, Chile. N°8, p. 75-78.
 a (esto e
- jemplare HYNES, H.B.N.
 n una fre 1966 The Biology of Polluted Waters. Liverpool University Press, p. 41-42.
- bajo (nu HURLBERT, S.
 lo con in 1977 Biota Acuática de Sudamérica Austral. San Diego State University. 342 p.
- fuerte ca HUSTEDT, F.
 r, permit 1930 Süßwasser-Flora Mitteleuropas. Jena Verlag Gustav Fischer. Bremen, Germany. 466 p.
- ría repre LAJMANOVICH, R.C. y V.C. FERNANDEZ
 de gran 1995 Alimentación de larvas de *Bufo arenarum* Hensel, 1867 (Amphibia, Bufonidae) en ambientes del
 dominic Río Paraná. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. N° 45, p. 7-18.
- estos no LOBOS, G.
 ervenidos 1998 Antecedentes ecológicos del sapo africano *Xenopus laevis* (Pipidae) en la zona central de Chile.
 prístinos Memoria para optar al título de Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecua-
 ste anuro rias. Universidad de Chile. 49 p.
- MACCAN, T.T.
 1975 A guide to Freshwater Invertebrate Animals. Longman group limited, London. 118 p.
- el manus- MC COID, M. y T. FRITTS
 Agrícola 1980 Notes on the diet of a feral population of *Xenopus laevis* (Pipidae) in California. Southwestern
 nportante Nat., 25, p. 272-275.
- MERRITT, R. y K. CUMMINS
 1978 An introduction to the Aquatic Insects of North America. Department of Entomology Michigan
 State University. 441p.
- MUNSEY, L.
 1972 Salinity tolerance of the African pipid frog *Xenopus laevis*. *Copeia* 1972, p. 584-586.
- le. Medio NUÑEZ, H.; M.A. LABRA y J. YAÑEZ
 1982 Hábitos alimentarios de dos poblaciones andinas de *Bufo spinulosus* Wiegmann, 1835 (Anura
 Bufonidae). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. N° 39, p. 81-91.
- cional de PARRA, O. y C. BICUDO
 1995 Introducción a la biología y sistemática de las Algas de Aguas Continentales. Ediciones de la
 Universidad de Concepción. 268 p.

PENNAK, R.

1978 Freshwater Invertebrates, of the United States, 2nd Ed. A Wiley Interscience Publication. 803 p.

PIANKA, E. y H. PIANKA

1976 Comparative Ecology of Twelve Species of Nocturnal Lizards (Gekonidae) in the Western Australian Desert. *Copeia* 1976 (1), p. 125-142.

PRESCOTT, G.

1976 How to Know the Freshwater Algae. W. M. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 348 p.

ROLDÁN, G.

1988 Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Dpto. de Antioquía. Fondo FEN. Colciencias/ Universidad de Antioquía, Colombia.

VELOSO, A. y J. NAVARRO

1988 Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. *Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali*, Torino 6, p. 481-539.

Manuscrito recibido: julio 13, 1999; aceptado: septiembre 27, 1999