

ISSN: 1019-6161
Área Ciencias de la Vida
Facultad de Ciencias Naturales
Universidad de Guayaquil

No. 6 2012

Revista Científica

Ciencias Naturales y Ambientales

Órgano Oficial de Publicación Científica
de la Facultad de Ciencias Naturales de la
Universidad de Guayaquil



Ichthyoelephas humeralis (bocachico).



Kurzia latissima



Tapirus terrestris



UNIVERSIDAD
DE GUAYAQUIL



Facultad
de Ciencias Naturales

No. 6 - 2012

ISSN 1019-6161
ÁREA CIENCIAS DE LA VIDA

Facultad de Ciencias Naturales
Universidad de Guayaquil

Directora Responsable

Dra. Carmita Bonifaz de Elao, MSc. (Decana, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, *Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, carmenbonifaz@hotmail.com*)

Consejo Editorial

Ing. Geól. Galo Salcedo Maridueña. Ph.D. (Universidad de Guayaquil, *Ecuador*)

Dr. Luís Muñiz Vidarte, MSc. (Universidad de Guayaquil, *Ecuador*)

Biól. Elba Mora de Baños, MSc. (Universidad de Guayaquil, *Ecuador*)

Comisión Científica Asesora

Claes Persson (Departamento de Ciencias de las Plantas y el Medio Ambiente, University of gothenburg, *Suecia*)

Bertil Ståhl (Departamento de Biología, Gotland University, *Suecia*)

Diseño Gráfico

Ing. José Antepara Basurto

Impresión y acabados

Editorial Universidad de Guayaquil

Edición patrocinada y financiada por la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil

Esta publicación se envía a personas o instituciones por intercambio con otros similares, dedicada a la Ciencias de la Vida, Biología Vegetal (Botánica), Biología Marina; Ciencias de la Tierra y del Espacio, Geología, Geología Aplicada a la Ingeniería, Geología Ambiental; y Oceanografía.

This publication individuals or institutions for exchange with other similar ships, dedicated to the Life Sciences, Plant Biology (Botany), Marine Biology, Earth Science and Space, Geology, Applied Engineering Geology Environmental Geology, Oceanography.

Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales es de periodicidad anual y se distribuye por canje con otras publicaciones dedicadas a temas afines. Toda correspondencia que tenga relación con la Revista deberá ser dirigida a la directora, Carmita Bonifaz de Elao, a la dirección que se indica más adelante.

Láminas de Tapa: Izq. a Der.: *Ichthyoelephas humeralis* (bocachico), *Kurzia latissima* y *Tapirus terrestris*.

Incluida en el Directorio de LATINDEX
con el número de Folio 16446,
No. 6, Se terminó de editar en diciembre de 2012.

Canje, suscripciones y avisos, dirigirse a:

Exchange, subscriptions and publicity, to go:

Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales

Código Postal 090612

Avenida Benjamín Carrión (AV. 32 NO) y Avenida Juan Tanca Marengo (AV. 8A NO)

<http://www.fccnugye.com>

info@fccnugye.com

Guayaquil, Ecuador

RELACIONES TRÓFICAS EN EL SISTEMA HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS: *Ichthyoelephas humeralis* Y *Brycon alburnus*

Trophic relationships in the Water System of the Province of Rivers: Ichthyoelephas humeralis and Brycon alburnus

Mónica Prado España¹, Luís Muñiz Vidarte²

Recibido el 28 de julio de 2012; recibido en forma revisada 13 de octubre 2012, aceptado 23 de noviembre 2012

Resumen

Se analizaron los contenidos estomacales de 245 ejemplares del pez *Ichthyoelephas humeralis* y 230 de *Brycon alburnus*, para determinar sus hábitos alimentarios y relaciones tróficas en el sistema hídrico de la provincia de Los Ríos entre marzo y diciembre de 2010. Se utilizó el Índice de Importancia Relativa, basado en los métodos numérico, peso y frecuencia de ocurrencia, obteniéndose además los índices de amplitud del nicho trófico de Levin y de traslapeo de Morisita. Se determinó que *I. humeralis* es un pez detritívoro-fitófago, consumiendo siete grupos alimenticios, siendo los más importantes el detritus y las microalgas. *B. alburnus* se determinó como un pez omnívoro, cuyos componentes alimentarios predominantes fueron materia vegetal mixta, peces e insectos. La amplitud del nicho trófico determinó a *I. humeralis* ($Bi=0.06$) y *B. alburnus* ($Bi=0.09$) como depredadores selectivos por consumir un mayor porcentaje de pocas especies. Al comparar ambas especies mediante el índice de traslapeo trófico, se obtuvo un traslapeo medio ($C\lambda 0.47$), lo que indicó que comparten el mismo espacio debido a que consumen algunas presas similares aunque en diferentes proporciones.

Palabras claves: Relaciones tróficas, *Ichthyoelephas humeralis*, *Brycon alburnus*, detritívoro, fitófago, omnívoro.

Abstract

The stomach contents of 245 specimen *Ichthyoelephas humeralis* and 230 of *Brycon alburnus* were analyzed for determination of feeding habits and trophic relationships in Los Rios province hydric system, between march and december, 2010. The Relative importance index was used, based in the numeric method, weight and occurrence frequency, also obtaining trophic niche breadth index of Levin and overlapping index of Morisita. *I. humeralis* was determined as a detritivorous-phytophagous fish, feeding from 7 food groups, being the most important of them the detritus and microalgae. *B. alburnus* was determined as an omnivorous fish; the predominant food components were mixed plant material, fish and insects. The trophic niche breadth determined to *I. humeralis* ($Bi=0.06$) and *B. alburnus* ($Bi=0.09$) as selective predators, feeding of a higher percentage of few species. Comparing both species by trophic overlapping index, a middle overlapping ($C\lambda 0.47$) was obtained, and indicated that both species share the same space because they feed some similar preys but in different proportions.

Key words: trophic relationships, *Ichthyoelephas humeralis*, *Brycon alburnus*, detritivorous, phytophagous, omnivorous.

¹ Bióloga, Tesis de Grado para la obtención del Título de Magíster en Ciencias con Énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y el Medio Ambiente – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

² Magister en Diseño Curricular por competencia, Biólogo, Director Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue. Director de Maestría.

Introducción

En Ecuador los peces de agua dulce forman la base de una importante pesquería, además de constituirse en algunos sectores en la principal fuente de alimentación e ingresos económicos para las comunidades asentadas en las riberas de los ríos.

Goulding (1980) y Lewin, (1986 a y b), indicaron que la aparente dependencia de muchos peces de agua dulce de sus complejos hábitats en las estaciones lluviosa, seca y en las épocas de transición, sugiere que la acelerada alteración y destrucción de estos hábitats pueden impactar seriamente a los peces. El conocimiento de peces de aguas continentales es seriamente deficiente, con numerosas especies no descritas, e incompleto conocimiento de distribución y ecología de la mayoría de especies (Bohlke, *et al.*, 1978; Weitzman y Weitzman, 1982 y Ortega y Vari (1986). Mares (1986) mencionó que la falta de datos básicos sobre distribución y ecología de la mayoría de los peces nos niega cualquier capacidad predictiva de la estructura de estas poblaciones.

El análisis de los hábitos alimenticios de los peces, se constituye en un aspecto importante para la generación de conocimientos sobre el funcionamiento de los ecosistemas donde habitan, el rol que desempeñan y actualmente es fundamental en los estudios de dinámica pesquera; esto debido a que la alimentación es un factor determinante en la distribución, crecimiento, abundancia, migración, etc. Por ello, toda investigación que se realice referente a este tema, contribuye al conocimiento de la ecología de las especies, información que es necesaria para el manejo óptimo de los recursos y su pesquería (Sánchez & Bruno, 1996).

Cadena (1981), realizó un estudio preliminar de la relación longitud-peso y etapas de madurez gonadal de *I. humeralis*, determinando que la longitud total fluctuó entre

155 y 385 mm, en tanto que el peso entre 49.7 y 883.5 g. El 22.2 % fueron machos y el 34.4 % hembras. Las etapas de madurez sexual más

avanzadas se registraron de enero a mayo y en julio y agosto.

En lo concerniente a taxonomía de peces de aguas continentales en Ecuador, Stewart *et al.*, (1987), establecieron la mayor diversidad de peces de las que hasta ese momento habían sido identificadas para cualquier cuenca hidrográfica en el mundo, registrando 473 especies y 225 géneros en la cuenca del río Napo, de las cuales 250 especies, 100 géneros y ocho familias fueron reportadas por primera vez en la parte ecuatoriana del sistema del Napo en los ríos Aguarico, Napo y Curacay.

Revelo y Elías (2004) realizaron un estudio sobre las comunidades ictioplanctónicas y peces adultos, durante febrero y marzo del 2004 en la provincia de Los Ríos, reportando que *Brycon spp.*, fue la especie más abundante, con tallas entre 16 y 34 cm, y un ligero predominio de los machos sobre las hembras, encontrándose además a los individuos en avanzado desarrollo de madurez sexual (estadios IV y V). También indicaron que la mayoría de individuos capturados ya habían alcanzado la madurez sexual, siendo ésta de 27 cm para los machos y de 28 cm para las hembras.

La información sobre la composición de la dieta de peces es importante para entender las relaciones tróficas y los flujos de energía dentro de los ecosistemas que ocupan. Asimismo, esta información sirve para entender su historia natural, su función en el ecosistema marino y el impacto en la depredación de una especie en particular. Conocer lo que una especie come, puede proveer información sobre su distribución y su posición en las tramas tróficas (Cortés, 1999).

Prado *et al.*, (2010), realizaron un estudio de las comunidades de fitoplancton, zooplancton e ictioplancton en las zonas de pesca de los ríos Mocache, Palenque, Vinces, Catarama y Babahoyo, concluyendo que en general la abundancia numérica de las especies de plancton indicaron la disponibilidad de alimento para los niveles tróficos superiores, explicado por la alta correlación que existió entre las variables que analizaron, y recomendaron además realizar

estudios sobre contenido estomacal de peces para complementar sus investigaciones.

En Ecuador, los pocos estudios biológicos y la falta de estudios ecológicos de las especies de peces que habitan en ecosistemas de aguas continentales, junto con la falta de un programa continuo de monitoreo sobre la actividad pesquera, han impedido la implementación de adecuadas regulaciones y políticas de manejo que permitan realizar una explotación racional y sostenible de los recursos ícticos de agua dulce (Villón *et al.*, 1999).

En este contexto, el presente trabajo es una contribución al conocimiento de la biología, ecología y a la sustentabilidad de dos de las principales especies de peces de importancia comercial y ecológica como son *I. humeralis* y *B. alburnus*, en el sistema hídrico de la provincia de Los Ríos, a través del conocimiento de sus relaciones tróficas y preferencias alimenticias.

Objetivo general.

1. Establecer las relaciones tróficas de *I. humeralis* y *B. alburnus* en el sistema hídrico de la provincia de Los Ríos para contribuir al conocimiento de la biología y a la sustentabilidad de dos de las principales especies de peces de importancia comercial y ecológica en esta zona.

Objetivos específicos.

1. Identificar y cuantificar los componentes de la dieta de *I. humeralis* y *B. alburnus*.
2. Analizar la variación alimentaria entre zona, sexo y períodos estacionales del año para cada especie.
3. Determinar la amplitud, el traslapo y el nivel trófico, para conocer las relaciones intraespecíficas e interespecíficas de *I. humeralis* y *B. alburnus*.

Hipótesis de investigación

Los componentes de la dieta de *I. humeralis* y *B. alburnus* varían dependientes de la zona de muestreo, sexo, estaciones climáticas y especie en el medio acuático.

Hipótesis estadísticas

Ho: No existen variaciones en la composición de la dieta dependiente de las zonas de muestreo.

Ha: Existen diferencias significativas en la composición de la dieta dependientes de las zonas de muestreo.

Ho: No existen variaciones en la composición de la dieta dependiente del sexo

Ha: Existen variaciones significativas en la composición de la dieta dependiente del sexo.

Ho: No existen variaciones en la composición de la dieta dependiente de las estaciones climáticas.

Ha: Existen diferencias significativas en la composición de la dieta dependientes de las estaciones climáticas.

Ho: No existen variaciones en la composición de la dieta entre *I. humeralis* y *B. alburnus*.

Ha: Existen diferencias significativas en la composición de la dieta entre *I. humeralis* y *B. alburnus*.

2. Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de estudio incluyó las microcuencas de los ríos Vinces y Babahoyo en las zonas de pesca más representativas del sistema hídrico de la provincia de Los Ríos (Figura 3), obteniéndose los datos y muestras en siete campañas de investigación, realizadas en el marco del programa de investigación de Aguas Continentales del Instituto Nacional de Pesca, durante el 2010.

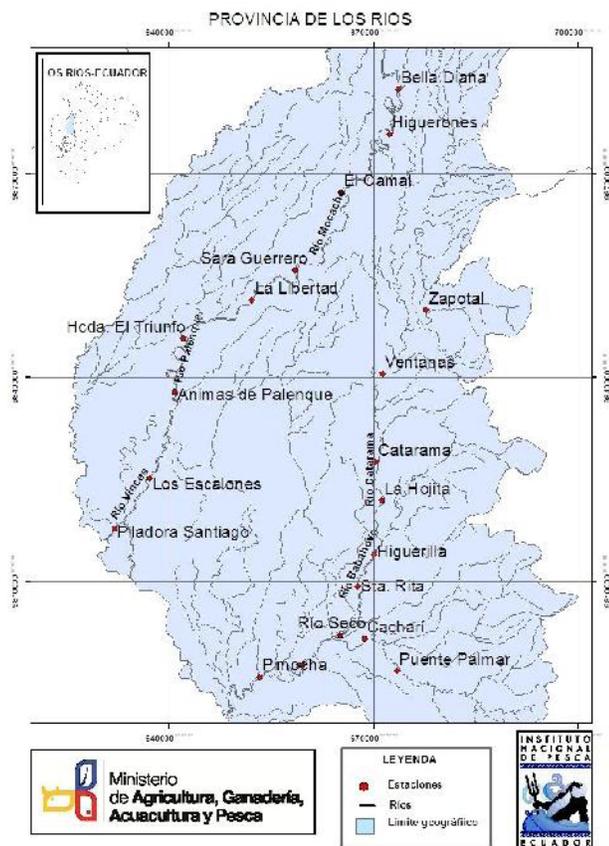


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la provincia de Los Ríos-Ecuador.

Recolección de datos y muestras

Las muestras de *I. humeralis* y *B. alburnus*, fueron capturadas en 19 zonas de pesca de los ríos Mocache, Vinces, Palenque, Catarama y Babahoyo, pertenecientes a las microcuencas de los ríos Vinces y Babahoyo, a intervalos mensuales de seis días consecutivos, entre marzo y diciembre de 2010. La captura fue realizada con artes de pesca denominadas paño, anzuelo y atarraya.

Trabajo de campo

Se realizó el muestreo biológico de 245 individuos de *I. humeralis* y 230 de *B. alburnus*, en el campo y/o sitios de captura, donde se registró la longitud total (Anexo 1) y peso en gramos (Anexo 2). Luego se realizó la disección de los peces, y se determinó el sexo (Anexo 3). Finalmente fueron extraídos los estómagos (Anexos 4 y 5), y se los guardó en fundas plásticas, las cuales fueron rotuladas y

congeladas inmediatamente, indicando la especie, número de muestra, fecha y sitio de captura.

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio se separaron los estómagos, se midió la longitud del mismo (Anexo 6) y se pesaron en una balanza analítica (Anexo 7). Luego se procedió a abrirlos determinándose en primer lugar el porcentaje de repleción estomacal, de acuerdo a la escala propuesta por Stilwell & Kohler (1982) (Tabla 1).

Tabla 1. Rangos de contenido estomacal

Escala	Contenido
0	Estómago vacío
1	Estómago al 25 % de llenado
2	Estómago al 50 % de llenado
3	Estómago al 75 % de llenado
4	Estómago al 100 % de llenado

Luego se estableció el grado de digestión utilizando la siguiente escala: 1 = Completo (estado mínimo de digestión), 2 = Parcialmente digerido, 3 = Restos, esqueletos, vértebras y 4 = digerido.

Procesamiento de datos y análisis de la dieta Determinación del tamaño mínimo de muestra

Se utilizó la metodología de Hoffman (1978), para determinar el número de estómagos representativos para validar el estudio de relaciones tróficas de *I. humeralis* y *B. alburnus*. Este método consiste en graficar el número de estómagos contra las presas acumuladas consumidas por las especies para obtener una curva acumulativa de éstas y donde se alcanza la asíntota corresponde al tamaño mínimo de la muestra.

Métodos de evaluación de los componentes alimentarios

Para el análisis numérico de los componentes alimentarios, se agruparon los datos y se analizó el ciclo anual completo, se realizaron además comparaciones entre sexo y épocas del año, que para el Ecuador son lluviosa (enero-mayo) y de

estiaje (julio-noviembre), considerándose además junio y diciembre como meses de transición.

Con estos datos, se estableció la contribución relativa de los diferentes ítems presa en la dieta de cada predador, incluyendo las que no se identificaron, a través del Índice de Importancia Relativa (IIR), de acuerdo a la ecuación de Pinkas *et al.*, (1971) a través de la siguiente fórmula:

$$\text{IIR} = (\% \text{ N} + \% \text{ P}) * \% \text{ FA}$$

Donde:

IIR = Índice de Importancia Relativa

% N = Porcentaje del número de organismos

% P = Porcentaje de peso

% FA = Porcentaje de Frecuencia de Aparición

Índices ecológicos

En el marco de la ecología trófica de las especies en estudio, se determinó el índice de Amplitud del Nicho Trófico, que permitió conocer si los organismos tuvieron una especificidad alimentaria, o si fueron generalistas para lo cual se empleó el índice de Levin (Bi), a través de la expresión matemática propuesta por Labropoulou *et al.*, (1997). Este índice utiliza una escala de 0 a 1, en la cual, 0 determina al predador más especialista, y 1 determina la especie más generalista.

$$B_i = \frac{1}{n-1 \left\{ \left(\frac{1}{\sum P_{ij}^2} \right) - 1 \right\}}$$

Bi = Amplitud del nicho trófico

$\sum P_{ij}$ = Proporción de la dieta del depredador i que utiliza la presa j

n = Número total de especies presa.

Asimismo se aplicó el índice de traslapo de dietas para cada especie de peces, con el fin de comparar probables diferencias en el tipo de alimento por sexo y especie, para lo cual se utilizó el índice de Morisita-Horn (Morisita, 1959 & Horn, 1966).

Los valores de este índice van de 0 a 1; valores de 0 a 0.30 indican que no hay elementos en común; de 0.31 a 0.60 hay traslapo medio, y de 0.61 a 1 indican que hay similitud o traslapo de dietas.

Nivel trófico

Los estudios de composición de la dieta de *I. humeralis* y *B. alburnus*, se utilizaron para estimar los niveles tróficos, para lo cual se obtuvo la proporción relativa de cada uno de los componentes alimenticios, y su respectivo nivel trófico (Mearns *et al.*, 1981 y Sanger, 1987). El nivel trófico se calculó mediante la ecuación de Cortés (1999):

$$Tl_k = 1 + (\sum P_{jx} * Tl_j)$$

Donde:

Tl_k = nivel trófico de la especie

P_{jx} = Proporción relativa de las presas

Tl_j = nivel trófico de las presas

Análisis de datos

Para establecer si existieron diferencias significativas en la composición de la dieta según la zona, sexo, época del año y especie, se usó el análisis de chi cuadrado con el cual se establecieron diferencias entre pares de categorías; luego se utilizó la prueba de Tukey en los casos en que se determinaron diferencias entre las medias, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (confianza del 95 %), empleando el programa QED Statistic 1.0.

También se utilizó el Análisis de Componentes Principales para determinar si hubieron ítems alimenticios comunes entre *I. humeralis* y *B. alburnus*. para lo cual se usó el programa computacional Infostat 7.0 versión 2011.

3. Resultados

***Ichthyoelephas humeralis* (Günther 1860)**

Tamaño mínimo de muestra

De los 245 estómagos colectados, 238 presentaron contenido, éstos fueron los que se utilizaron para determinar el tamaño mínimo de la muestra, el cual de acuerdo al número acumulado de componentes del espectro trófico, fue de 209 ejemplares, lo que indicó que el número de muestras utilizadas (245) fue suficiente ($P < 0.05$) (Figura 4).

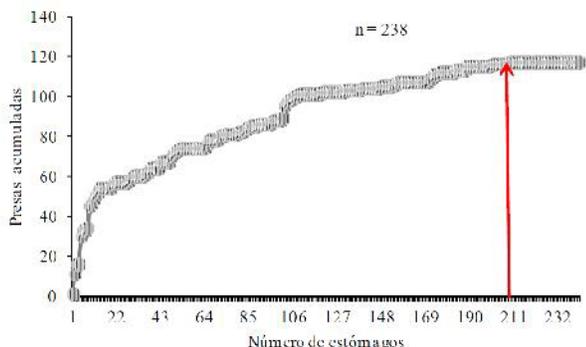


Figura 2. Curva acumulativa de especies presas consumidas por *I. humeralis*.

Aspectos biológicos

Estructura de tallas

Se revisó un total de 245 individuos, cuyas tallas oscilaron entre 16 y 34 cm de longitud total (LT), con una moda de 23 cm LT (Figura 5). En mayo, septiembre y diciembre se registraron los mayores porcentajes de individuos con tallas inferiores a 20 cm de LT (talla media de madurez sexual), lo que evidenció la presencia de especímenes jóvenes en las capturas.

Con respecto al peso, éstos fluctuaron entre 55.5 y 500.9 g., con un peso medio de 188.5 g. El 46 % de los ejemplares fueron machos y el 54 % hembras.

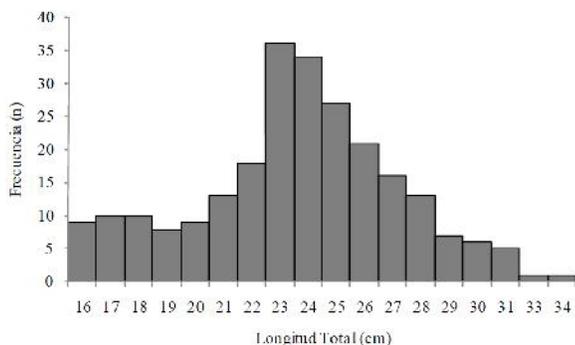


Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas de *I. humeralis*.

Repleción estomacal

Apenas el 2.5 % de los estómagos estuvieron vacíos, los cuales fueron encontrados en septiembre, no obstante, la mayoría estuvieron semivacíos (25 % llenos) en todos los meses, exceptuando octubre y diciembre que corresponden a la época seca del año, y en los cuales los estómagos presentaron un 75 % de llenura (Figura 6).

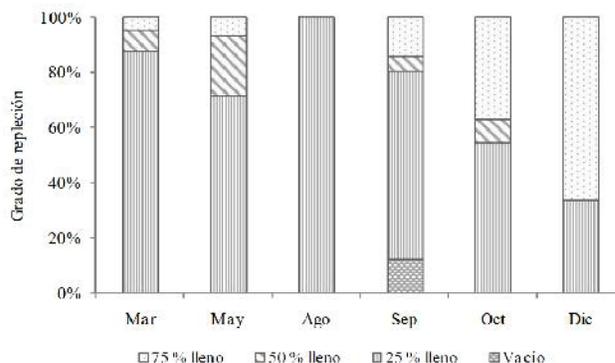


Figura 4. Grado de repleción estomacal de *I. humeralis*.

Estado de digestión de presas

Del total de estómagos analizados, el 4.2 % de los especímenes se encontró con el alimento completo, el 62.3 % lo presentó parcialmente digerido y el 33.2 % se encontraron con restos de alimentos. En diciembre se encontró la mayor cantidad de individuos con alimento fresco, en tanto que digestión parcial se reportó en casi todos los meses, exceptuando agosto, que fue el mes en que se presentó el mayor grado de digestión en todos los individuos, puesto que únicamente se encontraron restos (Figura 7).

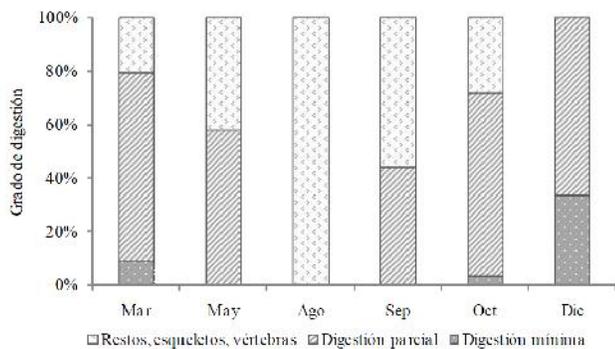


Figura 7. Grado de digestión de presas en el estómago de *I. humeralis*.

Análisis intraespecífico

Composición y variación global del espectro trófico

De los 245 estómagos analizados, 238 presentaron contenido en el estómago y se identificaron 120 ítems alimentarios, con los cuales se calculó el índice de importancia relativa (IIR), el cual de manera global, indicó que la dieta del *I. humeralis* estuvo constituida principalmente por detritos y microalgas; este último grupo mencionado fue el más numeroso con 80 ítems alimentarios, de los cuales *Fragilaria cf. longissima*, *Melosira spp.*, y *Cymbella spp.*, fueron las más importantes (Anexo 11), siendo la mayoría de hábitat bentónico.

El valor del IIR para el detritos fue el 30.0 % alcanzando además un importante porcentaje en peso del 18.3 %. Los insectos y principalmente la larva *Chironomus sp.*, pueden considerarse alimento secundario, aunque registraron porcentajes representativos en peso (14.4 %) (Anexo 11).

En lo referente al zooplancton se reportaron 23 ítems alimentarios, de los cuales cladóceros y ostrácodos fueron los más representativos de este grupo, sin embargo, el zooplancton sólo alcanzó el 8,5 %, indicando una baja importancia relativa dentro de la dieta de este pez (Tabla 2).

Tabla 2. Composición dietaria de *I. humeralis*. O: recuencia de ocurrencia, N: número de presas, P:

Presas consumidas	%O	%N	%P	%IIR
Insectos	50,8	4,8	32,8	12,6
Detritos	59,0	5,1	18,3	30,0
Microalgas	793,4	81,0	5,9	48,9
Materia animal mixta	2,5	0,3	1,0	0,1
Materia vegetal mixta	1,2	0,2	0,3	0,0
Parasitos	0,8	0,1	0,2	0,0
Zooplancton	98,4	8,5	41,5	8,5

Si bien las microalgas fueron el grupo más abundante numéricamente (Figura 8a), el hecho de que sean organismos muy pequeños, hace que su representación en peso sea mínimo, habiendo alcanzado el mayor porcentaje en peso los ítems pertenecientes al zooplancton, insectos y detritos (Figura 8b).

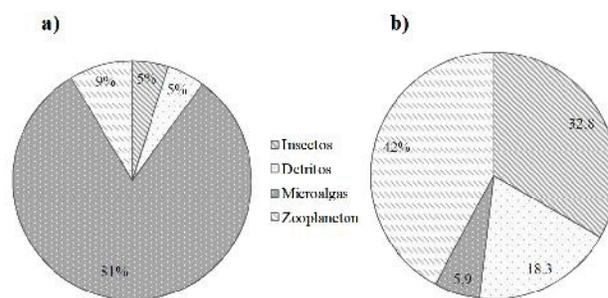


Figura 8. Frecuencia a) numérica y b) en peso, de presas en el estómago de *I. humeralis*.

Composición y variación del espectro trófico por zona (río).

La dieta de *I. humeralis*, presentó diferencias y semejanzas entre zonas de estudio ($P > 0.05$) (Tabla 3); es así que en la parte baja de la microcuenca del río Babahoyo, los detritos fueron el ítem más importante en número y frecuencia, seguido de microalgas e insectos, mientras que en la parte alta de la misma que corresponde al río Catarama, las presas preferidas fueron los insectos, seguido de microalgas.

Tabla 3. Análisis de chi cuadrado entre pares de categorías (por zona) para *I. humeralis*

Relación entre zonas (ríos)	Chi cuadrado	DF	Probabilidad
Babahoyo-Catarama	70,73	57	1,0E-01
Babahoyo-Mocache	295,81	103	0,0E+00
Babahoyo-Palenque	243,27	69	0,0E+00
Babahoyo-Vinces	73,38	57	7,1E-02
Catarama-Mocache	295,81	103	0,0E+00
Catarama-Palenque	160,39	54	1,7E-12
Catarama-Vinces	30,66	29	3,8E-01
Mocache-Palenque	415,25	109	0,0E+00
Mocache-Vinces	99,13	102	5,6E-01
Palenque-Vinces	47,16	49	5,5E-01

En la microcuenca del río Vinces, en su parte más alta que corresponde al río Mocache, este predador prefirió las microalgas y detritos y en tercer lugar a los insectos. Este último grupo mencionado, no tuvo importancia en la zona de Palenque, en la cual la presa más importante en número y peso fueron los detritos.

Mientras que en la zona del río Vinces que corresponde a la zona baja de la microcuenca, las microalgas presentaron la mayor importancia relativa, seguida del detritus y como ítem de segundo orden se registraron los insectos (Tabla 4 y Anexo 12).

Tabla 4. Composición dietaria de *I. humeralis* (% IIR) por zona de estudio.

Presas consumidas	Ríos				
	Babahoyo	Catarama	Mocache	Palenque	Vinces
Insectos	23,6	61,5	25,5	0,6	17,9
Detritos	43,8	0,0	35,6	62,6	55,8
Microalgas	24,5	36,1	36,9	36,5	40,9
Materia animal mixta	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
Materia vegetal mixta	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0
Zooplankton	7,9	2,4	1,9	0,1	5,3

Composición y variación del espectro trófico por sexo

No existieron variaciones por sexo en la dieta de *I. humeralis* ($X^2 = 130.408$, $DF = 116$, $p < 0,05$) puesto que tanto machos como hembras se alimentaron en mayor porcentaje de detritos y de microalgas; dentro de este último grupo, tuvieron mayor representatividad las diatomeas bentónicas *F. cf. longissima* y *Melosira* spp., así como las clorofitas *Scenedesmus* spp.

No obstante de lo mencionado, los porcentajes de detritos y microalgas en las hembras fueron ligeramente mayor que en los machos, en tanto que los insectos se encontraron en mayor porcentaje en estos últimos. Para ambos, el

alimento secundario lo constituyeron larvas de insectos, principalmente la especie *Chironomus* sp.

Los machos aunque en un valor poco representativo consumieron materia animal mixta, que en general estuvo constituida por tejidos que no pudieron ser identificados (Tabla 5 y Anexo 13).

Tabla 5. Composición dietaria de *I. humeralis* (% IIR) por sexo.

Presas consumidas	Machos	Hembras
Insectos	21,2	18,6
Detritos	39,7	41,0
Microalgas	37,0	38,9
Materia animal mixta	0,2	0,0
Materia vegetal mixta	0,0	0,0
Zooplankton	1,9	1,4

Análisis temporal de la dieta

Se registraron diferencias significativas entre épocas del año en la dieta de *I. humeralis* ($p > 0.05$) (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de chi cuadrado entre pares de categorías (por estacionalidad) para *I. humeralis*.

Relación entre zonas (ríos)	Chi cuadrado	DF	Probabilidad
Lluviosa-seca	1199,72	111	0,000
Lluviosa-transición	576,67	108	0,000
Seca-transición	430,18	72	0,000

En la época lluviosa el principal alimento lo constituyeron las larvas de insectos, específicamente *Chironomus* sp., que también representó el mayor porcentaje en peso, junto con el detritus (38.5 y 22.5 %, respectivamente). Las microalgas fueron el segundo grupo más abundante de presas consumidas, seguido por el detritus. En las estaciones de transición y seca, el principal alimento fue el detritus, seguido por el microalgas, siendo mínimos los porcentajes de insectos (Tabla 7 y Anexo 14).

Tabla 7. Composición dietaria de *I. humeralis* (% IIR) por estaciones del año.

Presas consumidas	Estación del año		
	Lluviosa	Seca	Transición
Insectos	41,3	3,8	1,0
Detritos	13,1	53,3	64,1
Microalgas	40,9	42,8	34,5
Materia animal mixta	0,3	0,0	0,0
Materia vegetal mixta	0,0	0,1	0,2
Zooplankton	4,4	0,0	0,3

Amplitud de la dieta

El índice de amplitud o diversidad de la dieta, calculado a partir de los resultados obtenidos, fue de $B_i = 0.1$ para la categoría general, determinando que *I. humeralis* es un especialista trófico, debido al dominio de microalgas y detritos en su dieta. Al realizar el análisis por zona de estudio, los valores fueron bajos, pero menores aún en los ríos Mocache y Palenque. Por sexo, se determinó que la especificidad alimentaria fue mayor para machos y hembras por separado, debido a que presentaron valores mínimos de amplitud.

Estacionalmente, *I. humeralis* presentó una especialidad aún mayor en cada época del año (lluviosa, estiaje y transición), puesto que los valores del índice de amplitud, así lo confirmaron (Tabla 8).

Tabla 8. Índice de amplitud del nicho trófico de Levins para las diferentes categorías de *I. humeralis*.

Categoría	Valor
General	0,1
Río Babahoyo	0,1
Río Catarama	0,2
Río Mocache	0,04
Río Palenque	0,03
Río Vinces	0,3
Machos	0,04
Hembras	0,04
Estación lluviosa	0,05
Estación seca	0,05
Época de transición	0,02

Traslado de la dieta

El análisis del traslado trófico de *I. humeralis* por sexo fue muy alto (1.0) indicando que tanto hembras como machos, se alimentaron de los mismos ítems.

Nivel trófico

El nivel trófico calculado para *I. humeralis*, según el método de Cortés, fue de 3.1, valor característico de depredadores que se alimentan de organismos muy pequeños como el plancton, cuyas especies pertenecen al primero y segundo eslabón de las cadenas alimentarias acuáticas.

Brycon alburnus (Günther 1860)

Tamaño mínimo de muestra

El número de estómagos analizados fue suficiente para caracterizar la dieta alimenticia de la especie, puesto que a través del número acumulado de componentes, se estabilizó la curva en el estómago 183, de 215 que presentaron contenido (Figura 9)

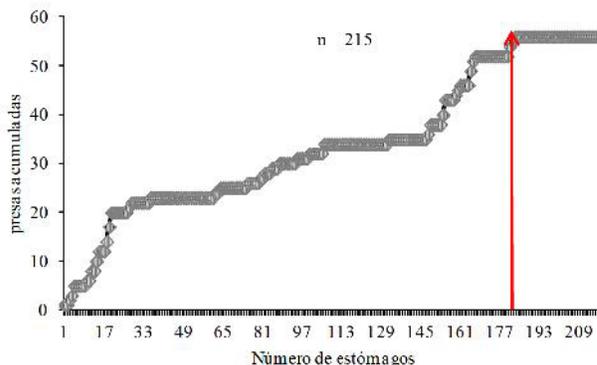


Figura 9. Curva acumulativa de especies presas consumidas por *B. alburnus*.

Aspectos biológicos.

Estructura de tallas

Se muestrearon 230 especímenes, los cuales estuvieron en un rango de tallas entre 12 y 41 cm de longitud total (LT), presentándose una distribución multimodal la mayor parte del año, con una moda de 17 cm para los individuos inmaduros, de 22 y 23 cm para los especímenes maduros, y de 31 y 36 cm para los de mayor tamaño (Figura 10).

De los individuos capturados, el 18.6 %, se encontraron por debajo de la talla media de madurez sexual (20 cm LT), que representa la presencia de especímenes jóvenes en las capturas. El 63.1 % de los individuos fueron hembras y el 36.9 % machos. El peso fluctuó entre 11,3 y 811,4 g.

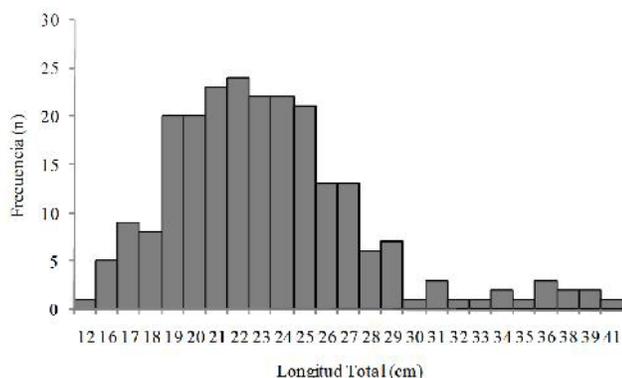


Figura 10. Distribución de frecuencia de tallas de *B. alburnus*.

Repleción estomacal

La mayoría de estómagos se observaron con el 25 % de llenura (65,6 %) y ninguno estuvo completamente lleno. Los estómagos vacíos (9 %) se observaron en la etapa de transición de la estación lluviosa al estiaje, manteniéndose hasta octubre. En la época de transición de la estación seca a la lluviosa (diciembre) y en la lluviosa (marzo), no hubieron estómagos vacíos. Mientras que en mayo y octubre se encontró gran cantidad de estómagos con mayor porcentaje de llenura (Figura 11)

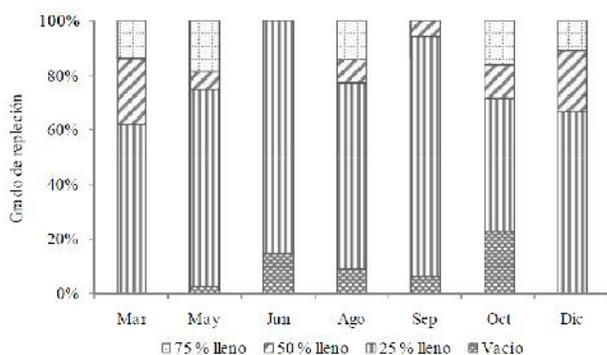


Figura 11. Grado de repleción estomacal de *B. alburnus*

Estado de digestión de presas

Las presas consumidas por *B. alburnus* en su mayoría presentaron una digestión parcial (49,8 %) así como restos de esqueletos, vértebras y tejidos (47.4 %), que correspondió a un estado más avanzado de digestión que el anterior. Este último, se encontró principalmente en la época de estiaje

(junio a octubre) (Figura 12). Los contenidos estomacales frescos fueron mínimos (2.8 %).

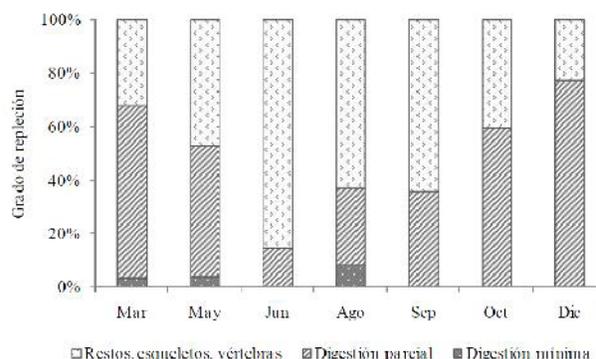


Figura 12. Grado de digestión de las presas consumidas por *B. alburnus*.

Al analizar el porcentaje de frecuencia numérica, el grupo de microalgas alcanzó el mayor porcentaje (Figura 13 a) debido a la gran variedad de especies que se registraron, no obstante, por ser especies de tamaño microscópico, el porcentaje en peso fue insignificante, siendo los peces los que alcanzaron el mayor porcentaje, seguidos de materia vegetal mixta e insectos (Figura 13 b).

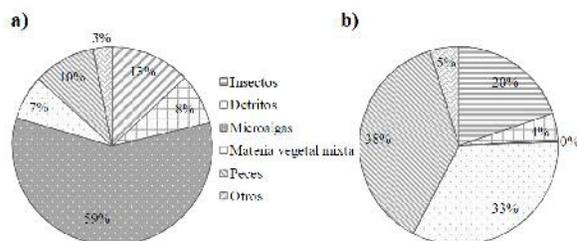


Figura 13. Frecuencia a) numérica y b) en peso de presas en el estómago de *B. alburnus*.

Análisis intraespecífico

Composición y variación global del espectro trófico

Se revisó un total de 232 estómagos, de los cuales 20 estuvieron vacíos; el espectro trófico de *B. alburnus* fue muy amplio, predominando en su mayoría especies de microalgas. El alimento principal estuvo constituido por peces (especialmente de *Astyanax* sp.) el cual presentó un IIR del 23.9 % y materia vegetal mixta (22.3

%). La diatomea *F. cf. longissima* con el 18.1 % y detrito con el 9.4 %, en tanto que la especie fitoplanctónica *Diatoma* sp., así como restos y larvas de insectos, se presentaron como alimento secundario de acuerdo a los valores de IIR (Anexo 15). Se destacaron los porcentajes en peso de peces, materia vegetal mixta e insectos (Tabla 9).

Tabla 9. Composición dietaria de *B. alburnus*. O: Frecuencia de ocurrencia, N: número de presas, P: peso, IIR: índice de importancia relativa (IIR).

Presas consumidas	%O	%N	%P	%IIR
Insectos	35,3	12,4	19,7	8,2
Detritos	23,7	7,9	4,3	9,4
Microalgas	156,9	55,9	0,3	34,9
Materia animal mixta	1,7	0,6	0,7	0,1
Materia vegetal mixta	17,2	6,9	33,1	22,3
Parásitos	1,7	0,6	0,2	0,0
Peces	27,6	9,7	37,6	23,9
Zooplacton	4,7	1,9	3,7	0,2

Composición y variación del espectro trófico por zona (río)

El espectro trófico para *B. alburnus*, en cada uno de los ríos que conforman las microcuencas del Babahoyo y Vinces, presentó semejanzas y diferencias en la composición de la dieta ($p > 0.05$) (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis de chi cuadrado entre pares de categorías (por zona) para *B. alburnus*

Relación entre zonas (ríos)	Chi cuadrado	DF	Probabilidad
Babahoyo-Catarama	150,42	48	1,71E-12
Babahoyo-Mocache	110,08	38	6,15E-09
Babahoyo-Palenque	42,26	27	3,10E-02
Babahoyo-Vinces	37,45	30	1,64E-01
Catarama-Mocache	124,65	50	2,61E-08
Catarama-Palenque	23,94	38	9,63E-01
Catarama-Vinces	73,10	39	7,64E-04
Mocache-Palenque	26,41	30	6,54E-01
Mocache-Vinces	79,02	34	1,92E-05
Palenque-Vinces	16,95	14	2,59E-01

En el río Babahoyo predominó el consumo de materia vegetal mixta, seguida de microalgas, de las cuales sobresalieron las especies *Diatoma* spp. y *F. cf. longissima*; en el río Catarama que pertenece a la misma microcuenca el predador se alimentó en mayor cantidad de microalgas (*F. cf. longissima*, *Synedra* spp., y *Cymbella* spp.) y larvas de insectos. En el río Mocache, las presas mayormente consumidas fueron los peces, mientras que en los ríos Palenque y Vinces fueron las microalgas con las especies *F. cf.*

longissima y *Diatoma* spp., (Tabla 11 y Anexo 16).

Tabla 11. Composición dietaria de *B. alburnus* (% IIR) por zona de estudio.

Presas consumidas	Ríos				
	Babahoyo	Catarama	Mocache	Palenque	Vinces
Insectos	2,7	32,3	6,6	8,0	9,2
Detritos	4,9	17,7	10,8	0,0	0,7
Microalgas	29,2	38,9	33,9	55,6	40,1
Materia animal mixta	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
Materia vegetal mixta	42,1	2,4	4,7	36,4	13,6
Parásitos	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Peces	16,8	8,1	43,1	0,0	35,2
Zooplacton	0,1	0,1	0,1	0,0	1,0

Composición y variación del espectro trófico por sexo

No se registraron diferencias significativas entre hembras y machos en la dieta de *B. alburnus* ($X^2 = 60.1924$, $DF = 55$, $P > 0.05$). Las microalgas fueron el grupo preferido para ambos y estuvo representado especialmente por *F. cf. longissima* que alcanzó el 18.0 % en hembras y 23.4 % en machos. Sin embargo, se registraron diferencias con los ítems considerados secundarios, es así que el segundo grupo predominante en hembras fueron los peces, seguidos de materia vegetal mixta; en tanto que los machos consumieron indistintamente insectos y materia vegetal mixta en porcentajes similares (Tabla 12 y Anexo 17).

Tabla 12. Composición dietaria de *B. alburnus* (% IIR) por sexo

Presas consumidas	Hembras	Machos
Insectos	6,8	18,1
Detritos	8,4	12,3
Microalgas	35,9	39,1
Materia animal mixta	0,9	1,6
Materia vegetal mixta	19,8	16,6
Parásitos	0,0	0,2
Peces	27,8	11,7
Zooplacton	0,4	0,4

Análisis temporal de la dieta

Existieron diferencias significativas entre épocas del año en la dieta de *B. alburnus* ($P > 0.05$) (Tabla 13). En la época húmeda la dama prefirió a los peces como alimento principal y a las microalgas y materia vegetal mixta como secundario (Tabla 14), ítems que también presentaron los mayores valores en la frecuencia

numérica, de ocurrencia y en peso. Como alimento secundario se encontró a la microalga *Diatoma* sp., con el 12.9 % (Anexo 18).

Tabla 13. Análisis de chi cuadrado entre pares de categorías (por época del año) para *B. alburnus*

Relación entre épocas	Chi cuadrado	DF	Probabilidad
Lluviosa-seca	206.902	54	1,08E-19
Lluviosa-transición	51,7553	30	8,09E-03
Seca-transición	204.894	50	0,00E+00

La preferencia alimenticia de la dama fue diferente durante el estiaje, encontrándose como alimento principal a la diatomea *F. cf. longissima*, y el detritos, mientras que los peces y materia vegetal mixta, fueron alimentos secundarios; no obstante de registrar los mayores valores en porcentaje de peso.

En la época de transición se registraron como alimento principal la materia vegetal mixta, la especie de microalgas *Diatoma* sp., y los peces. Los mayores valores del porcentaje del peso correspondieron a la materia vegetal mixta (41.5 %) y peces (29.5 %).

Tabla 14. Composición dietaria de *B. alburnus* (% IIR) por estaciones del año

Presas consumidas	Estación del año		
	Lluviosa	Seca	Transición
Insectos	1,9	14,0	4,8
Detritos	0,7	16,7	1,8
Microalgas	23,3	44,5	38,4
Materia animal mixta	1,4	0,3	0,0
Materia vegetal mixta	20,9	13,1	32,2
Parásitos	0,0	0,1	0,0
Peces	51,6	11,3	22,6
Zooplankton	0,3	0,1	0,1

Amplitud de la dieta

El índice de Levin, para *B. alburnus* fue de $B_i = 0.1$ para la categoría general, determinando que es un especialista trófico, debido al dominio de peces y materia vegetal mixta en su dieta. En cada río, los valores fueron bajos, excepto en el río Palenque en donde la amplitud del nicho trófico fue mayor. No hubo mayor diferencia entre hembras y machos; en todas las estaciones del año, la dama registró especificidad alimentaria (Tabla 15).

Tabla 15. Índice de amplitud del nicho trófico para las diferentes categorías de *B. alburnus*.

Categoría	Valor
General	0,1
Río Babahoyo	0,1
Río Catarama	0,2
Río Mocache	0,1
Río Palenque	0,5
Río Vinces	0,3
Machos	0,2
Hembras	0,1
Estación lluviosa	0,1
Estación seca	0,1
Época de transición	0,1

Traslado de la dieta

El índice de traslape obtenido fue muy alto entre machos y hembras (0.9), lo que indicó que los individuos compitieron por los mismos ítems alimentarios.

Nivel trófico

El nivel trófico calculado para *B. alburnus*, según el método de Cortés, fue de 3.4, valor característico de depredadores omnívoros que se alimentan de organismos muy pequeños como el plancton, cuyas especies pertenecen al primero y segundo eslabón de las cadenas alimentarias acuáticas, así como peces de tamaño mu y pequeño como *Astyanax* sp., que pertenece al tercer nivel trófico.

4. Discusión

El número de estómagos analizados fue óptimo para caracterizar el espectro trófico de ambas especies; *I. humeralis*, comenzó a estabilizarse en el estómago 156, a partir del cual la curva fue teniendo un crecimiento lento, para luego estabilizarse de forma definitiva, en el estómago 209. En el caso de *B. alburnus*, se estabilizó en el estómago 183, situación que tendría relación con uno de los principales componentes de la dieta, las microalgas, las cuales fueron identificadas a nivel específico, registrándose una gran variedad, que originó que el número de ejemplares

necesarios para realizar la caracterización del espectro trófico sea mayor.

Repleción estomacal

Del total de estómagos analizados, sólo un reducido número estuvieron vacíos, situación que tendría relación con la técnica de captura empleada, ya que la mayoría de los artes utilizados tienen cierta probabilidad de provocar regurgitación, por los altos niveles de estrés que les produce a los peces; por lo tanto para analizar la dieta es preferible usar métodos activos como pesca eléctrica o redes de arrastre litoral, o en su defecto reducir el tiempo de colocación de artes pasivas como redes agalleras, trasmallos o trampas (Muñoz *et al.*, 2009). En este sentido, el arte de pesca utilizado en la mayoría de los casos fue el paño o red de enmalle, método que es uno de los más convenientes debido a que el tiempo de maniobra no es tan prolongado como con otros artes de pesca.

Por otra parte, Tello *et al.*, (1992), en su estudio sobre la bioecología de peces amazónicos del Perú, también encontraron una baja incidencia de estómagos vacíos en los peces detritívoros que estudiaron, entre los cuales se mencionaron dos especies de la familia Prochilodontidae que son *Prochilodus nigricans* y *Semaprochilodus* sp., indicando que este comportamiento se atribuye a la razón entre el tamaño del pez y sus ítems alimenticios (Allen, 1935, citado en Basile-Martins, 1975), puesto que al alimentarse de partículas muy pequeñas como el detritus, necesitará de grandes cantidades para satisfacer sus necesidades nutritivas, y como resultado mantendrán el estómago con alimento la mayor parte del tiempo.

Composición y variación global del espectro trófico

Los resultados de este estudio indicaron que por la naturaleza del alimento ingerido, *I. humeralis* es una especie detritívora-fitófaga, consumiendo de manera significativa detritus y varias especies de microalgas. La preferencia por estos ítems alimentarios tendría relación con la forma y característica del tracto digestivo, así como con la posición y forma de la cavidad bucal, que son las

características morfológicas más importantes que definen un determinado espectro alimenticio o dieta (Amezaga, 1988). En este contexto *I. humeralis* tiene la boca en posición subterminal con labios grandes y carnosos, incluso el grado de desarrollo de los labios de las especies de *Ichthyocephalus* es mucho más pronunciado en comparación con los demás géneros de la familia Prochilodontidae (Castro & Vari, 2004); así como dientes mandibulares tipo cardiformes (Revelo y Laaz, 2012) lo que les permite succionar y raspar las algas que crecen sobre maderas, piedras y demás superficies en el fondo de la columna de agua (Barnhill *et al.*, 1974).

No obstante de que *I. humeralis* tiene preferencia por el detritus y las microalgas, es importante destacar a las especies de zooplankton e insectos encontradas en los estómagos de esta especie, puesto que constituyeron su alimento secundario y tuvieron una gran representación en peso.

El análisis de la composición algal del detritus, permite dar una idea general de la composición del fitoplancton encontrado en la columna de agua (Blanco & Bejarano, 2006), situación que se confirmó en el presente estudio, puesto que Prado *et al.*, (2004, 2010 y 2012), reportaron como la especie más abundante del fitoplancton a la diatomea *F. cf. longissima*, la misma que también fue una de las más abundantes en el contenido estomacal de *B. alburnus*. Pocos son los trabajos en los que se han reportado microalgas en los contenidos estomacales de *Brycon*, como el realizado por Botero & Ramírez (2011), quienes encontraron en el estómago de *B. henni* algas clorofitas, que fueron de los elementos que más volumen ofrecieron a la dieta de esta especie, reportando además que entre los ítems con mayor frecuencia de aparición y más importantes estuvieron las algas, aunque los organismos consumidos en mayor cantidad fueron los insectos.

Estudios realizados en otra especie del mismo género como es *B. henni*, que es endémica de los ríos amazónicos colombianos, también han determinado que es omnívora y que en sus contenidos estomacales se han encontrado insectos, arácnidos, restos de peces, crustáceos,

moluscos, anélidos, renacuajos, restos de material vegetal, arena y limo, con una alta adaptabilidad alimenticia espacio-temporal (Montoya *et al.*, 2006). Sin embargo, Botero & Ramírez (2011), determinaron a la misma especie como carnívora, debido a los resultados que hallaron de la relación longitud estándar vs. Longitud del intestino.

Composición y variación del espectro trófico por zona (río).

Con respecto a la variación dietaria por zona, el área de estudio incluyó las microcuencas del río Vines y Babahoyo, las cuales presentan diferencias a nivel de tipo de sustrato, velocidad de corrientes de los cuerpos hídricos, cobertura vegetal y actividades antropogénicas que se realizan en cada una. Los ríos Mocache y Vines, en general presentan corrientes rápidas y suelos limoso-arenosos y lodosos; las aguas rápidas no permiten el desarrollo de organismos en la superficie, razón por la cual en esta zona se presenta un mayor desarrollo de microalgas en las profundidades, de donde los peces estarían tomando su alimento.

Por su parte, en los ríos Palenque y Babahoyo, existen corrientes rápidas en sus curso principales, pero también hay planicies, en las que se forman muchos esteros, meandros y remansos, que son lugares de aguas quietas y someras que sirven de refugio para los peces, y que se caracterizan por presentar corrientes lentas o aguas

estancadas, con abundante material vegetal, que estaría aprovechando *B. alburnus*. Estos lugares son propicios para la degradación de la materia orgánica, por lo cual hay mayor disponibilidad del detritus que estaría siendo consumido por *I. humeralis*, mientras que en el río Catarama, hay mayor cantidad de vegetación herbácea ribereña y vegetación acuática flotante que constituyen lugares adecuados para el desarrollo de insectos. Todos los factores mencionados, condicionan el tipo de organismos que habitan en estos ecosistemas, es decir, que la diferencia que se registró en la composición dietaria de ambas especies, podría estar eventualmente dada por la oferta alimentaria que existe en cada zona.

Composición y variación del espectro trófico por sexo

En lo que respecta a la dieta por sexo, se encontró poca variación en la composición dietaria entre hembras y machos de ambas especies, diferencia que podría estar dada por la talla de los peces y por el estadio reproductivo de los mismos, puesto que la alimentación es diferente si se trata de individuos maduros o inmaduros. Estudios de alevines de *Brycon* cuyas tallas estuvieron comprendidas entre 15 y 65 mm, indicaron que tienen preferencia por los insectos, siguiendo en orden de importancia el zooplancton, larvas de peces, fitoplancton y macrófitas (Alcántara y Guerra, 1990). Los individuos adultos, además de las presas mencionadas, se alimentan preferentemente de peces, restos de tejido animal y vegetal, registrándose también un alto porcentaje en el consumo de detritus. Esta tendencia irregular, tendría que ver con la oferta alimenticia que se produce en cada lugar y época y que es aprovechada por los peces.

Análisis temporal de la dieta

La oferta alimentaria, también sería el factor que estaría determinando la dieta estacional, observándose que hubo variación en los alimentos consumidos, es así que *I. humeralis* en la estación húmeda, se alimentó mayoritariamente de insectos, en tanto que *B. alburnus* de peces, lo que tendría relación directa con la disponibilidad de alimentos, puesto que con las lluvias se incrementa la vegetación acuática y la terrestre en las riveras de los ríos, que es el hábitat para una gran cantidad de peces de pequeño tamaño como *Astyanax* sp, y para estados larvales y juveniles de otras especies de peces, así como también de insectos, los cuales en sus estados larvales constituyen una importante fuente de alimento para los peces de ríos. En este sentido, Bernal & Cala (1997), difieren con la variación alimentaria estacional para *B. siebenthalae* (yamú) en ríos colombianos, manifestando que la dieta de esta especie durante el verano está constituida principalmente por insectos, seguida por restos de vegetales y peces; en la transición de verano a

invierno por restos de vegetales e insectos y en invierno el alimento predominante fueron las semillas y restos vegetales.

Por lo tanto, se puede deducir que la preferencia alimenticia de *I. humeralis* por el detritus y por las microalgas y la de *B. alburnus* por la materia vegetal mixta y los peces, se mantiene durante todo el año; sin embargo, aprovechan la disponibilidad de otros ítems presentes en el medio, de acuerdo a la oferta alimentaria.

Amplitud, nivel trófico y traslape

En general, los estudios de contenidos estomacales y relaciones tróficas de peces, permite conocer la gran plasticidad que tienen los peces en ecología trófica, ya que tienen la capacidad de ocupar diferentes niveles tróficos que van desde especies herbívoras, omnívoras, carnívoras y detritívoras, aunque no podemos generalizar porque la dieta puede variar con el desarrollo ontogénico, sexo y estacionalidad, dependiendo además en gran medida de la oferta alimenticia (Trujillo & Toledo, 2007).

Se encontraron diferencias significativas en la utilización de recursos alimenticios, sin embargo, los valores de traslape registrados en la dieta de ambas especies fue medio, por lo que se puede inferir que existe una relación de competencia media entre ambas especies, ya que coexisten en el mismo espacio geográfico de este sistema hídrico.

4. Conclusiones

1. Se determinó que *I. humeralis* es una especie detritívora-fitoplanctófaga, y que *B. alburnus* es una especie omnívora. Ambas, se comportarían como depredadores especialistas.
2. El detritus y microalgas fueron el alimento primario o principal de la dieta de *I. humeralis*, mientras que *B. alburnus* prefirió a los peces, materia vegetal mixta y la especie fitoplanctónica *F. cf. longissima*, en tanto que los insectos y otras especies de microalgas constituyeron el alimento secundario.

3. Existieron diferencias intraespecíficas en la composición alimenticia de la dieta de *I. humeralis* y *B. alburnus* en relación a sexo, madurez sexual y zona (río).
4. Estacionalmente, se registraron diferencias en la dieta de *I. humeralis*, el cual en las épocas de estiaje y de transición se alimentó preferentemente de detritus, mientras que en la lluviosa de larvas de insectos; en todas las estaciones, las microalgas fueron el alimento secundario.
5. *B. alburnus* en la estación lluviosa consumió predominantemente peces, en el estiaje, microalgas y en el período de transición materia vegetal mixta.
6. La diatomea *F. cf. longissima*, fue el ítem dominante dentro de las microalgas en el espectro trófico de *B. alburnus* y predominante en la dieta de *I. humeralis*, lo que valida la hipótesis del presente trabajo.
7. Se infiere que la competencia interespecífica entre *I. humeralis* y *B. alburnus* no es intensa, puesto que comparten presas, principalmente del grupo de microalgas y detritos; sin embargo, también existe cierta preferencia por presas de hábitats diferentes, las que no comparten y de las que se alimentan cada una independientemente.

5. Recomendaciones

1. Continuar con el estudio de relaciones tróficas en un período de estudio más amplio que permita obtener una mayor data para validar los resultados obtenidos en las zonas estudiadas (ríos), e incluir el análisis por clase de talla o edades.
2. Realizar estudios de hábitos alimenticios de postlarvas y juveniles en el medio natural, realizando descripciones de cambios ontogénicos en la dieta.

3. Realizar estudios sobre la biología reproductiva de estas dos especies con énfasis en las épocas y zonas de desove, que incluyan la descripción del desarrollo embrionario y larval.
4. Estudiar el comportamiento migratorio de estas dos especies a través de programas de marcado, y su relación con variables medioambientales.
5. Realizar estudios sobre el estado poblacional de estas especies (edad, crecimiento, mortalidad, entre otras), cuya información sirva de soporte técnico para actualizar la legislación vigente con respecto al manejo de las mismas.
6. Realizar investigaciones sobre ecotoxicología, pesticidas, metales pesados, hidrocarburos que afectan la calidad del agua de los ríos donde habitan estas especies, así como también sobre bioacumulación.
7. Promover la piscicultura de las dos especies con fines de consumo y de repoblación, en especial de aquellas zonas donde los desembarques han disminuido considerablemente.
8. Finalmente, y en función de realizar un manejo sustentable de los peces de
9. agua dulce a nivel nacional, se recomienda realizar estudios similares en otros sistemas hídricos de nuestro país.

Referencias

- [1] Alcántara, B. & F. Guerra. (1990). Aspectos de alevinaje de las principales especies nativas Itihzadas en piscicultura en la amazonía peruana. *Folia Amazónica*. IIAP. Vol. 2. 139-161 p.
- [2] Amezaga, R. (1988). Análisis de contenidos estomacales en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología. Instituto Español de Oceanografía. *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.* No. 63: 74 pp.
- [3] Baigorri, A. y Polo, C. (2004). Espectro trófico de dos especies de tiburón zorro, *Alopias pelagicus* y *Alopias superciliosus* en la playa de Tarqui, Manta. Tesis de Licenciatura. Univ. de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano". Colombia. 133 pp.
- [4] Barnhill Les B., E. López y A. Lesch (1974). Estudio sobre biología de los peces del río Vices. Instituto Nacional de Pesca. *Boletín Científico Técnico* Vol. III No. 1.
- [5] Barriga, R. (1989). Peces de la Reserva Etnica y Forestal AWA, Ecuador Noroccidental. *Politecnica Nacional* 14(2). Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador.
- [6] Barriga, R. (1991). Los peces de agua dulce del Ecuador, Edit. *Politécnica Biología* 3, Vol. XVI (3): 84 pp.
- [7] Barriga, R. (1994a). Peces del Parque Nacional Yasuní. *Revista de Información Técnico-Científica Escuela Politécnica Nacional*. Quito-Ecuador. 19(2):9-42 p.
- [8] Barriga, R. (1994b). Peces del Noroeste del Ecuador. *Revista de Información Técnico-Científica Escuela Politécnica Nacional*. Quito-Ecuador. 19(2):43-154 p.
- [9] Basile-Martins, M. (1975). Comportamento e alimentacao de *Pimelodus maculatus* (Lac. 1803). Tese de doutoramento. Dpto. de Zoo, Universidade de Sao Paulo.
- [10] Bernal, J. & P. Cala (1997). Composición de la dieta alimenticia del yamú, *Brycon siebenthalae* (Pisces: Characidae), en la parte media del río Guayabero, sistema del alto río Guaviare, Colombia. *DAHLIA Revista Asociación Colombiana de Ictiología*. 2: 55-63 p.
- [11] Bohlke, J. (1958). Studies on fishes of the family Characidae. No. 14. A report on several extensive recent collections from Ecuador. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 110: 1-121, 7 pls.
- [12] Botero, A. & H. Ramírez. (2011). Ecología trófica de la sabaleta *Brycon henna* (Pisces: Characidae) en el río Portugal de Piedras, Alto Cauca, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 16(1): 2349-2355 p.
- [13] Buckmann, A. Die. (1929). *Methodik fischereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen*. Abderhalden, *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, 9 (6, 1). Berlin, Urban und Schwarzenberg. 194 pp.
- [14] Pedini Fernando-Criado, M., (ed.). (1984). Informes nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina. *FAO Inf.Pesca*, (294) Supl.1: 138 p.
- [15] Peláez, M. (1997). Hábitos alimenticios de la cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea* Streets 1877 (Pisces: Serranidae) en la Bahía de La Paz BCS, y las zonas adyacentes. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 62 pp.
- [16] Pinkas, L., S. Oliphant, & I. Iverson (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, 152: 105 pp.

CRONOLOGÍA MORFOMÉTRICA PARCIAL DEL *Tapirus Terrestris* (LINNAEUS. 1758) EN CAUTIVERIO

Morphometric Partial Chronology Tapirus Terrestris (Linnaeus. 1758) in Captivity

Byron Calero Romero¹, Betty Salvatierra Feijoo² *

Recibido el 8 de abril de 2012; recibido en forma revisada 20 de agosto 2012, aceptado 10 de octubre 2012

Resumen

El presente trabajo con el Tapir amazónico (*Tapirus terrestris*) se realizó en el Zoológico de Quito en Guayllabamba, durante los meses de abril del 2010 hasta marzo del 2011, se analizó cronológicamente la somatometría del tapir de tierras bajas (*T. terrestris*). Se efectuó mediciones corporales del neonato teniendo contacto directo con los tapires evitando así las capturas físicas, se ejecutó un total de 25 muestreos con 33 estructuras evaluadas, iniciando los monitoreos al quinto día de vida de la cría.

Se observó un crecimiento acelerado en los primeros meses de vida de la cría. El porcentaje de desarrollo de cada estructura presenta un dominio de crecimiento por parte de la estructura "I" siendo el 17.328% del total corporal y el menor porcentaje de crecimiento es de la estructura "G" con un 0.24 %. Al lograr registrar el crecimiento cronológico del tapir se observó que las medidas corporales no crecen con regularidad como se piensa, sino que sigue patrones biológicos, anatómicos y genético- evolutivos, los cuales determinan el ritmo de crecimiento de cada estructura somática del individuo debido a la función que cumplan y en dependencia del hábitat que ocupen.

Palabras clave: *Tapirus terrestris*, medidas, cronología, morfometría.

Abstract

This work with the Amazonian Tapir (*Tapirus terrestris*) was held in the Zoo of Quito in Guayllabamba, during the months of April 2010 to March 2011 were analyzed chronologically somatometry lowland tapir (*T. terrestris*). Body measurements were made of the tapir having direct contact with tapirs avoiding physical catches ran a total of 25 samples tested with 33 structures, initiating the monitoring on the fifth day of life of the newborn.

There was a rapid growth in the first months of life of breeding. The rate of development of each has a domain structure by growth of the structure "I" being the 17,328% of total body and the lowest percentage of growth is the structure "G" with a 0.24%. To achieve record growth chronological tapir cub was found that the body dimensions do not grow regularly as we think, but continues to biological patterns, anatomical and genetic evolution, which determine the rate of growth of each individual's somatic structure due to the role and depending on the habitat they occupy.

Keywords: *Tapirus terrestris*, measurements, chronology, morphometry.

¹ Egresado de la Carrera de Biología, Tesis de grado – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

² Diplomado en docencia superior, Bióloga, Directora Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue..

* rcastro@inp.gob.ec

1. Introducción

El valor científico de la fauna Neotropical es inmenso por su extraordinaria diversidad y su bajo grado de conocimiento, lo cual constituye un gran reto en el que hacer científico actual y futuro (Ojasti, J. & F. Dallmeier (ed).

2000), por lo que la información acerca de especies nativas es de suma importancia para su conservación, en especial por su baja tasa de natalidad y alto índice de mortalidad debido a factores como caza, depredación de su hábitat, enfermedades, etc.

El tapir de tierras bajas (*T. terrestris*) es el mayor mamífero terrestre de Sudamérica, su aspecto es inconfundible tanto por su tamaño como por su forma (Richard, E. & J. Juliá. 2000). El rango geográfico del *T. terrestris* incluye áreas desde Rio Grande do Sul, Brasil, el Chaco de Argentina, Paraguay, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Guayana Francesa, Surinam y en Venezuela hacia el Oeste cruzando la Sierra de Pereira de la Cordillera Oriental en el norte de Colombia (Richard, E. & J. Juliá. 2000.; Padilla, M. & R. Dowler. 1994.; Taber et. al. 2008). Las dantas no tienen una tasa reproductiva alta y su densidad poblacional es relativamente baja y con la gran presión de caza pueden fácilmente volverse extintos (Pezo, E. et. al. 2004).

En Ecuador habitan en la Amazonía debajo de los 1500 msnm en áreas bajas de los bosques tropicales, su hábitat varía considerablemente desde zonas secas a inundadas (Mora, A. & A. Sancho. (eds) 2006). En nuestro país existen pocos estudios realizados con el tapir de tierras bajas, sin embargo, los esfuerzos por obtener información sobre esta especie son cada vez más constantes (Heredia, A. et al. 2007).

Los tapires son considerados especies claves porque desempeñan un papel importante en la dispersión de semillas, composición y modelamiento estructural del hábitat, por lo tanto, son esenciales para la conservación de ecosistemas enteros (Chalukian, S. et. al. 2009). Actualmente el *T. terrestris* se encuentra en el apéndice II de CITES (Convención sobre el

Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres) (Nogales, F. et. al. 2011). Las especies de tapires son consideradas vulnerables, en peligro, y en riesgo, casi amenazadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) (Pezo, E. et. al. 2004).

Las densidades promedio de tapires para ambientes bien conservados fueron estimados inicialmente en 1.61 ind. /Km² (Robinson, J. & K. Redford, 1991). Más recientemente Bodmer, E. & M. Brooks (1997), obtuvieron valores de entre 0.4 a 0.6 ind. /Km² en el amazonas peruano, la cual parece ser una cifra más cercana a la realidad en la mayor parte del área de distribución de esta especie, indistintamente sigue siendo un mamífero muy importante para la caza de subsistencia, al menos en áreas selváticas de las tierras bajas de América del Sur. El tratamiento que se da a la caza de subsistencia constituye un grave problema para la supervivencia de esta especie, pues permite la extracción continua sin discriminación alguna en cuanto a número de individuos, sexo, talla, edad, o época del año. Por este motivo fuera de las áreas del Sistema de Parques Nacionales y Reservas equivalentes, la danta se halla sometida a caza permanente, unido a la deforestación y sumado a su baja tasa de natalidad hacen que esta especie haya ido desapareciendo de vastos sectores y lo convierten en muy sensible a la sobrecaza (Constantino et. al. 2006).

Por lo tanto estas variaciones morfométricas entre publicaciones dan pie a esta investigación, para analizar cronológicamente la somatometría del tapir de tierras bajas (*T. terrestris*) en cautiverio y determinar la proporción de crecimiento que posee desde sus primeros días de vida hasta su primer año de edad, mediante registros del tamaño de varias estructuras corporales y de las huellas, pretendiendo utilizar las medidas obtenidas como un patrón referencial para futuras comparaciones con otros individuos y determinar su edad aproximada.

Aunque varias organizaciones e instituciones están realizando un duro trabajo en conocer

sobre este increíble animal, aún es necesario que la comunidad científica y en especial los nuevos investigadores se interesen en estudiar esta especie. La mayoría de aspectos se han estudiado en cautiverio debido a que es difícil observar los tapires en la vida silvestre (Montenegro, O.1998.; Lira, I; E. Cruz & S. Guerrero. 2004:obs pers. citado en Arias, A. 2008), por lo que este trabajo no fue la excepción, el estudio se realizó en el Zoológico de Quito en Guayllabamba (Z.Q.G), puesto que la institución posee una pareja de tapires sexualmente activa y en esas instancias la hembra se encontraba en la etapa final de gestación, además el Z.Q.G posee experiencias previas de nacimientos de *T. terrestris* dentro de sus instalaciones; el Z.Q.G, está ubicado al norte de la ciudad capital, realiza actividades de educación ambiental con los habitantes del valle y los visitantes del zoológico (Birdlife International. 2005).

Finalmente este trabajo pretende dar a conocer una parte trascendental de la biología del tapir de tierras bajas (*T. terrestris*) en cautiverio, encaminado para asumir acciones de conservación y manejo sustentable de este mamífero nativo.

Justificación

La información de la cronología morfométrica del Género *Tapirus* es escasa, a causa de que la mayor parte de los trabajos con tapires se han enfocado en otros aspectos biológicos del tapir, lo cual hace que sea imprescindible realizar una investigación de esta naturaleza, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de la especie durante el primer año de vida y el decreciente número de individuos debido a la caza existente y la rápida pérdida del hábitat en la mayoría de los territorios donde se distribuye el *T. terrestris*.

Hipótesis

Al realizar un monitoreo periódico de un cachorro de tapir (*T. terrestris*) en cautiverio, es posible determinar qué las medidas obtenidas de varias estructuras corporales durante el primer año de vida poseen un crecimiento alométrico.

Objetivos:

Objetivo general

1. Registrar y analizar cronológicamente la somatometría del tapir de tierras bajas (*T. terrestris*) en cautiverio y determinar la proporción de crecimiento desde los primeros días de vida hasta su primer año de edad.

Objetivos específicos.

1. Obtener las medidas corporales de un tapir de tierras bajas (*T. terrestris*) cronológicamente desde sus primeros días de vida hasta su primer año de edad.
2. Realizar una serie de registros del tamaño de las huellas para conocer cuáles son las dimensiones que poseen a través de su crecimiento.
3. Determinar cuál es el porcentaje de crecimiento de un tapir de tierras bajas (*T. terrestris*) en sus diferentes medidas corporales desde el nacimiento hasta su primer año de vida.
4. Utilizar las medidas corporales obtenidas como un patrón referencial para futuras comparaciones con otros individuos y determinar su edad aproximada.

2. Materiales y Métodos

Materiales

Materiales de campo

Los materiales utilizados en esta investigación se dividieron en 5 partes, con lo que se podrá comprender de una manera más fácil la utilización de las herramientas de trabajo.

Además de los materiales encasillados en una categoría se utilizó un contenedor plástico en donde se almacenaban todos los utensilios de trabajo.

Morfometría corporal

- Cinta métrica flexible (10 m) Regla metálica (40 cm)

Morfometría de las patas

- Calibrador pie de Rey (30 cm).

Toma de huellas.

- Arena. Arcilla.
- Yeso odontológico. Sal común.
- Cepillo dental.
- Láminas de acetato. Clips.
- Cinta de papel. Agua.
- Esponja de floristería (OASIS). Balde de 10 litros.
- Bandeja plana.

Registro fotográfico

- Cámara fotográfica Digital Canon EOS 10D (<http://www.canon.es>). Compact Flash 1GB-100X. (Kingston).
- Objetivo Canon Ultrasonic (lente EF 28-90 mm, macro 0.38/1.3 ft, ϕ 58 mm)
- Baterías BP-511.
- Cargador de baterías CB- 5L.

Registro, análisis y almacenamiento de datos

- Cuaderno de campo. Hojas de trabajo. Lápices y bolígrafos Computador Toshiba Satellite (Sistema Operativo: Windows XP) Programas MICROSOFT EXCEL, WORD, ACCESS, POWER POINT.
- Photoscape editor fotográfico (MOOII TECH2001-2011. <http://www.photoscape.org>).
- Programa de análisis estadístico AnalystSoft, BioStat. Versión 2009 <http://www.analystsoft.com/es/>.

Métodos

Área de estudio

El valle de Guayllabamba se sitúa al norte de Quito e incluye a varias poblaciones (Guayllabamba, Perucho, Puéllaro, Malchinguá), localizadas en la cuenca alta del río del mismo nombre y en la unión de éste con el Río Pisque.

Este valle, que corta transversalmente la Cordillera Occidental de los Andes, se caracteriza por su clima cálido y seco que origina una vegetación xerofítica. Las temperaturas en el valle oscilan entre los 3 y 22 °C, con un promedio de precipitación anual de 600 mm (Birdlife International, 2005) (Mapa 1).

Muestreo de campo

El muestreo se realizó dentro del encierro de los tapires: padre, madre e hijo; ya que una población cautiva requiere de un ambiente natural con mínima interferencia humana, que cubra las necesidades biológicas y minimice los aspectos negativos del manejo (Iriarte, A et. al. 2004), el primer aspecto a considerar es, tener en cuenta el bienestar del grupo de trabajo como de los animales, cabe resaltar que aunque un animal silvestre se haya criado en cautiverio, conserva su comportamiento innato, por lo tanto, es tan imprevisible como cualquier animal silvestre, además una persona tocando o acariciando a un animal en cautiverio puede resultar una experiencia emocionante pero totalmente antinatural, únicamente se justifica el contacto con animales en cautiverio a personal especializado y exclusivamente por motivos investigativos o médicos.

Medidas corporales

Las medidas corporales, nos indican el desarrollo de los animales, pero además la caracterización de la especie.

La medición del tapir fue realizado con los parámetros según Hernández, S. et. al. 2007, además, varias publicaciones que justifican la toma de estas medidas al tapir. (Hernández, S. et. al. 2007; Tirira, D. 2007.; Tirira, D. 2008; Santos, J. 1994).

Las medidas se tomaron siguiendo las líneas naturales y formas del cuerpo, además, fueron divididas en tres categorías: circunferencias, largo y alto de una estructura (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de las diferentes estructuras utilizadas para la medición.

ESTRUCTURA MEDIDA	SÍMBOLO UTILIZADO	DESCRIPCIÓN	Fotos
Largo de la cabeza	A	Desde la punta de la nariz hasta la parte posterior de la cabeza	6
Largo de la mandíbula	B	Desde la punta del labio inferior hasta la parte más distal de la quijada.	
Largo de la oreja	C	Tomando la base de la oreja hasta parte más distal.	
Circunferencia del cuello	D	Alrededor el cuello, tomando la base del cuello como punto de referencia.	7
Circunferencia del tórax	E	Medido por detrás de las patas anteriores y alrededor del pecho.	
Circunferencia del abdomen	F	Alrededor del abdomen, tomando como punto de referencia el ombligo.	
Largo de la cola	G	Desde la base hasta la punta sin tomar en cuenta pelos sobresalientes.	8
Largo del tronco	H	Detrás de la cabeza (medida tomada anteriormente) hasta donde inicia la base de la cola.	
Largo total	I	Desde la punta de la nariz hasta la punta de la cola.	
Altura Anterior	J	Desde la línea de la columna vertebral hasta la base de las patas.	9
Largo del miembro anterior	K	Desde el hueso más sobresaliente del omóplato.	
Largo del carpo	L	Comprende desde el término de los huesos radio y cúbito hasta el inicio de los huesos propios de la mano, en este caso sería la muñeca del tapir.	
Altura posterior	M	Desde la línea de la columna vertebral hasta la base de las patas.	
Largo del miembro posterior	N	Desde el hueso más sobresaliente de la cadera.	
Largo del tarso	O	Desde el término de los huesos tibia y peroné hasta la base de las patas.	

Medidas de las patas

La medición de las patas es un acto frecuente en los trabajos de censos, monitoreos e identificación de algunos mamíferos, en este trabajo se recopiló información de varios autores tales como Catalá, I. & G. Guillermo. (2008); Alibhai, S. et. al. (2008); Jewell, Z.; S. Alibhai & S. Chalukian. (2006), los cuales

sugieren metodologías para la toma de medidas a las patas de los mamíferos.

Debido a que no existen diferencias significativas entre patas derechas e izquierdas (Isasi-Catalá & G. Barreto. 2008), se tomó en cuenta solo las patas izquierdas anterior y posterior, se dividió en dos categorías: anchos y largos, se midió al largo total, ancho total, a cada dedo de la pata, se enumeró iniciando desde el dedo interior al exterior (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de las diferentes estructuras utilizadas para la medición de las patas.

Estructura medida	Símbolo	Descripción	Foto Anterior Posterior
Largo total	A	Desde el talón hasta la punta del dedo	10
Ancho total	B	Porción prominente de la base de la pata (talón).	
Largo del primer dedo	a1	Las medidas del largo de los dedos se realizaron desde el primer pliegue de doblez del dedo hasta la punta del dedo. Mientras que para el ancho se midió la parte más amplia de cada dedo.	
Ancho del primer dedo	b1		
Largo del segundo dedo	a2		
Ancho del segundo dedo	b2		
Largo del tercer dedo	a3		
Ancho del tercer dedo	b3		
Largo del cuarto dedo	a4 (solo extremidad es anteriores)		11
Ancho del cuarto dedo	b4(solo extremidad es anteriores)		

Caracterización de la especie.

Sistemática.

Clase: Mammalia
 Subclase: Theria
 Infraclase: Eutheria
 Orden: Perissodactyla

Suborden: Ceratomorpha
 Familia: Tapiridae
 Género: *Tapirus* Gray, 1868
 Especie: *Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758.
 (Padilla, M. & R. Dowler. 1994; Richard, E. Y J.
 Juliá. 2000).

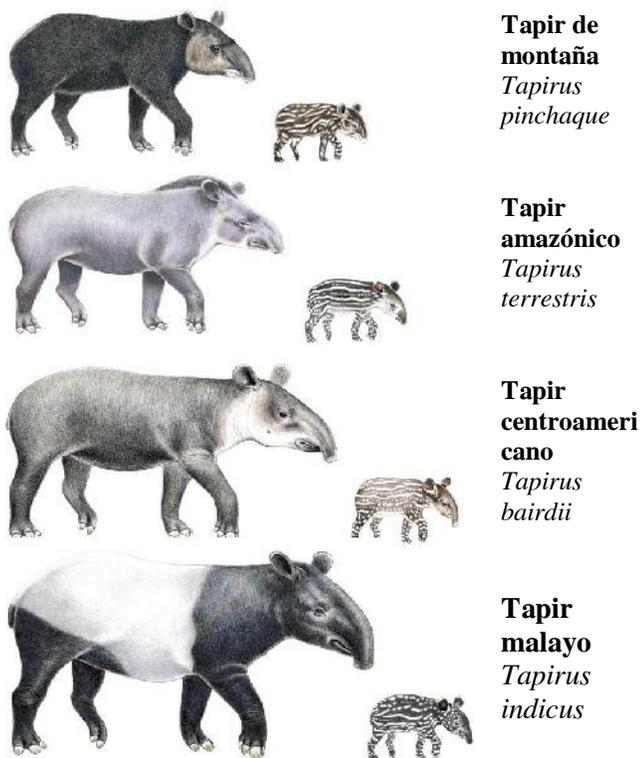


Figura 1. Las cuatro especies actuales vivientes de tapir (Extraído de folleto del TSG-UICN, Tapir Specialist Group. 2011).

Esta especie pertenece al Orden Perissodactyla, el cual agrupa a caballos (Familia Equidae), rinocerontes (Familia Rhinocerotidae) y tapires (Familia Tapiridae). La Familia Tapiridae es muy antigua y está emparentada con caballos y rinocerontes e incluye cuatro especies actuales: el tapir de tierras bajas (*T. terrestris*), el tapir de montaña (*T. pinchaque*), el tapir centroamericano (*T. bairdii*) y el tapir malayo (*T. indicus*) (Chalukian, S, et. al. 2009) (Figura 1). En América, esta familia representa a los mamíferos nativos de mayor tamaño, se caracteriza por la presencia de dedos impares en sus patas, o al menos el peso de su cuerpo recae

sobre un dígito central (Figura 2) (Tirira 2007; Tirira 2008; Sandoval, L. et. al. 2009).

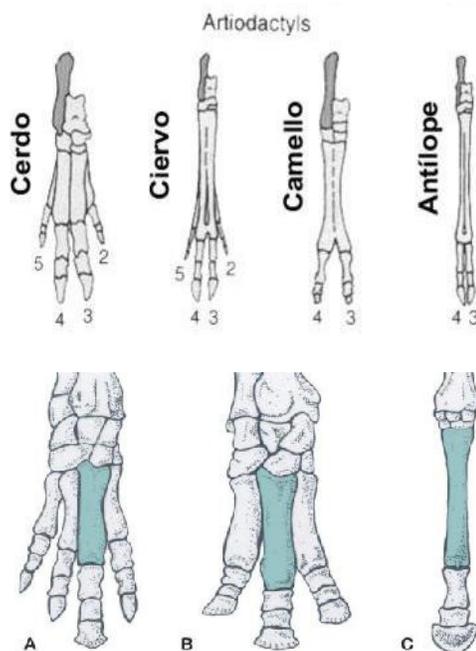


Figura 2. Diferencias estructurales entre las extremidades de los Perissodactylos (arriba) aparece coloreado el metacarpiano III: A Tapirus; B: Rinoceros; C: Equus.), y los Artiodactylos (abajo), aparecen las extremidades de cerdo ciervo camello y antílope respectivamente, redibujado de Howell (1944) tomado de Garrido. G. 2008.

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos realizados en el trabajo son específicamente para conocer el crecimiento y la variabilidad de las estructuras sometidas al monitoreo cronológico.

Bases de datos.

Se utilizó hojas de cálculo de Microsoft Excel, las cuales sirvieron para crear las bases de datos con la ayuda de Microsoft Access, con los resultados obtenidos en el campo.

Crecimiento corporal.

Para determinar el crecimiento corporal cronológico de esta especie, los datos fueron analizados con el programa de análisis

estadístico BioStat (AnalystSoft Inc. 2009.), con el cual se obtuvo: medias, varianzas, anovas. Además se realizó el análisis del ritmo de crecimiento corporal (rcc) para cada estructura medida, entendiéndose al rcc como la cantidad de incremento que existe entre un monitoreo y otro; para posteriormente comparar el incremento estructural, determinando los picos de desarrollo somático.

$$Rc = a - b$$

Rc: Ritmo de crecimiento; *a*: primer monitoreo;
b: segundo monitoreo

Se evaluó el aumento de peso por unidad de tiempo, es el promedio de aumento diario conseguido por uno o varios animales. Para obtener este dato es preciso restar del peso final (Pf) el peso inicial (Pi) y dividir la diferencia por el número de días transcurridos (tf-ti) entre ambas determinaciones (Bavera, G. et. al. 2005):

$$\text{Promedio de aumento del peso diario} = \frac{Pf - Pi}{tf - ti}$$

Peso final (Pf); *peso inicial (Pi)*; *tiempo final (tf)*;
tiempo inicial (ti)

Mientras que para el aumento de las estructuras por unidad de tiempo se utilizó:

$$\text{Promedio de aumento estructural diario} = \frac{Cf - Ci}{tf - ti}$$

Crecimiento final (Cf); *crecimiento inicial (Ci)*; *tiempo final (tf)*; *tiempo inicial (ti)*

3. Resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación corresponden a un año de monitoreo al neonato de tapir amazónico (*T. terrestris*) en cautiverio en el ZQG, con un total de 25 muestreos y 33 estructuras evaluadas. Además se obtuvo las medidas de otra hembra

de tapir realizadas a los 5 días de nacida en el ZQG, estas medidas sirvieron como pauta para conocer el tamaño de ambos sexos a pocos días de nacidos.

Comportamiento

Aunque la investigación no posee un enfoque etológico, es imprescindible conocer brevemente los aspectos comportamentales de una cría de tapir durante sus primeros meses de vida para comprender el por qué del crecimiento acelerado durante este lapso de tiempo.

Cronología del comportamiento

Durante el primer mes de vida del neonato se observó la dependencia maternal, con movimientos muy limitados y dificultad para moverse, debido a que sus extremidades no estaban totalmente fortalecidas y no poseía un adecuado control motriz, lo que producía temblores en las patas cada vez que el animal se trasladaba, aunque la madre permaneció durante ese tiempo cerca del escondrijo, si realizaba pequeñas caminatas fuera de él pero sin alejarse tanto y con el cachorro junto a ella. En los meses posteriores se observó como la independencia de la cría incrementó al alejarse de su madre cada vez más, incluso a las pocas semanas de edad se observó tomar su primer baño junto a la madre.

Posteriormente la danta se tornó más independiente alejándose cada vez más de su madre, aunque se seguía comunicando con una serie de silbidos y chasquidos agudos a los que la madre respondía, pero conforme el pequeño tapir crecía el padre lo veía como una competencia y comenzaba a agredirlo, encontrándose varias marcas de rasguños producidas por los dientes del macho (observación personal).

En cuanto a la alimentación el neonato inició a ingerir sólidos a las pocas semanas de nacido, sin embargo, aún no poseía dientes, el cachorro prefería las frutas suaves como la sandía, conjuntamente seguía alimentándose de la leche materna hasta el octavo mes de vida, incluso

cuando la madre se encontraba con 5 meses de gestación aproximadamente.

Breve análisis de manchas corporales.

En este caso la danta presentó manchas de color amarillentas sobre un fondo café oscuro, en la parte de la garganta la tonalidad cambiaba de café amarillento a blanco de las cuales se desprendía un patrón de manchas del mismo color que a medida que llegaba a la parte superior de la cabeza cambiaba a una tonalidad amarillenta (Fotografías 17, 18).

La distribución de manchas en la cabeza se dispuso alrededor de la nariz, en la frente del cachorro donde se formaba un patrón en forma de “V” y se ubicaban aproximadamente cuatro manchas sobre cada párpado, debajo de las orejas se encontró manchas de color café amarillento (Fotografía 19), las manchas en el rostro fueron las primeras en desvanecerse, iniciando la desaparición de éstas a los 73 días de nacido y manteniéndose hasta el 3-12-2010 (Fotografía 20).

Las manchas del cuerpo presentaron un patrón de anillos concéntricos al observarlo desde dorso, pero al examinar desde sus flancos se observa simplemente un patrón lineal (Fotografía 15), estas manchas empezaron a atenuarse poco después de iniciar la desaparición de las manchas en la región facial, esta desaparición de manchas inicia en la parte dorsal hasta llegar al vientre (Fotografía 21), desapareciendo finalmente a los 297 días de vida (Fotografía 22).

Análisis Morfométrico

Morfometría Corporal

El crecimiento corporal está dado por el aumento de longitud y peso de una estructura, en esta investigación se observó un crecimiento acelerado en los primeros meses de vida del cachorro, característica normal en todo neonato como método de supervivencia. En la Tabla 3, se observa la evolución del peso y crecimiento cronológico durante el espacio de tiempo de monitoreo del tapir, observándose que “I” es

la estructura con mayor dimensión en el animal, mientras que en el Gráfico 1, se avizora la curva de crecimiento de cada forma evaluada durante el tiempo establecido previamente, se observa como las estructuras somáticas crecen a distintos ritmos, conforme se requiera el desarrollo de la estructura para la supervivencia de individuo en la vida silvestre. El peso registrado durante el monitoreo, el cachorro muestra que su aumento es muy acelerado en los primeros meses de vida posteriormente disminuye el ritmo de desarrollo, en “A” se observa un crecimiento constante y relativamente simétrico, se registra una curva sin grandes variaciones a lo largo del monitoreo; “B” nos muestra una curvatura con un crecimiento menor al de “A” pero con algo de diversificaciones; en la estructura “C” se percibe un crecimiento constante por lo que no se divisa desarrollo acelerado; “D” por el contrario tiene un incremento más irregular, pero al final de los muestreos se puede observar que el aumento corporal se estabiliza; en la progresión en la estructura “E”, no se muestra un crecimiento más discontinuo y con variaciones entre los monitoreos; “F” también posee un aumento inestable y muy acelerado, pero inicia a estabilizarse en los últimos muestreos; Por otra parte “G” es la estructura con menor progresión y se observa una estabilidad en el crecimiento, la curva muestra que a los pocos monitoreos se normaliza la curva; “H” con un evolución final de más de 130 cm se observa cómo a partir del muestreo número 15 la curva comienza a estabilizarse; “I” se muestra como la mayor curva obtenida de las estructuras monitoreadas; “J, K, M, N” muestran un aumento muy similar con una estabilización de los últimos muestreos; “L y O” poseen un incremento regular y estable durante casi todo el tiempo de evaluación.

En lo que respecta a las estructuras corporales durante los 25 muestreos realizados al cachorro se obtuvo el incremento diario en cada estructura: Peso (Kg), 0.33 kg ;”A”, 0.07 cm; “B”, 0.63cm; “C”, 0.01 cm; “D”, 0.15 cm; “E”, 0.2 cm; “F”, 0.24 cm; “G”, 0.02 cm; “H”, 0.25

cm; "I", 0.34 cm; "J", 0.17 cm, "K", 0.13 cm; "L", 0.03 cm; "M", 0.17 cm; "N", 0.12 cm; "O", 0.03 cm; (Tabla 5); mientras que el promedio de crecimiento fue: Peso (Kg), 4.6 ; "A", 1 cm; "B", 0.7cm; "C", 0.17 cm; "D", 2 cm; "E", 2.76 cm; "F", 3.28 cm; "G", 0.20 cm; "H", 3.41cm; "I", 4.71 cm; "J", 2.31 cm, "K", 1.81 cm; "L", 0.37 cm; "M", 2.33 cm; "N", 1.66 cm; "O", 0.46 cm; siendo la varianza: "A", 0.91; "B", 0.92; "C", 0.14; "D", 4.04; "E", 6.85; "F", 14.72; "G", 0.34; "H", 12.07; "I", 26.35; "J", 7.06; "K", 8.42; "L", 0.16; "M", 5.57; "N", 6.34; "O", 0.22. (Tabla 4).

Los parámetros de crecimiento obtenidos de las formas evaluadas durante cada monitoreo, mostraron un mayor un incremento por muestreo de la estructura "I" y el menor incremento en "L" (Tabla 6). El porcentaje de desarrollo de cada estructura presenta un dominio de crecimiento por parte de la estructura "I" siendo el 17.328% del total corporal y el menor porcentaje de crecimiento es de la estructura "G" con un 0.24 % (Gráfico 2, Tabla 7).

El análisis de las curvas de crecimiento de cada estructura utilizando el crecimiento que ha tenido el cachorro durante cada muestreo se obtuvo:

"Peso (kg)", se evidencia el mayor incremento en el décimo monitoreo con 13 kg aumentados, siendo este el límite de crecimiento del peso del cachorro (Gráfico 3; Tabla 7).

"A"; presenta tres picos de crecimiento durante el año de muestreo, es decir, que durante estos períodos se dió el mayor incremento de esta estructura, en el muestreo 5 creció 3.6 cm, en el octavo monitoreo aumentó 2 cm y el doceavo extendió 3 cm mientras que los sondeos de menor incremento se dan en los monitoreos 2, 3, 6, 22, 24 sin aumento corporal (Gráfico 4; Tabla 7).

"B"; los picos de crecimiento se advierten en los muestreos 1, 14, 17, mientras que los períodos de menor acrecentamiento se dan en los monitoreos 6, 18, 19 (Gráfico 5, Tabla 7).

"C"; se observan períodos de mayor crecimiento están dados en las evaluaciones 3, 10, 17, mientras que los menores porcentajes de crecimiento están en los monitoreos 1, 5, 6, 7, 8,

9, 12, 13, 18, 19, 21, 23, es decir, esta estructura posee un crecimiento muy irregular (Gráfico 6, Tabla 7).

"D"; observamos el mayor crecimiento en los primeros meses de vida, siendo los muestreos 2, 4 y 7 los de mayor aumento, mientras que los menores progresos se observan en 1, 11, 21, 23, 24 (Gráfico 7, Tabla 7).

"E"; exhibe el mayor aumento en los monitoreos 4, 5, 6 mientras que el menor crecimiento se observó del muestreo 18 al 21 (Gráfico 8, Tabla 7).

"F"; existen tres picos de aumento corporal en el muestreo 2, 4, 11 y un descenso en los muestreos 15, 16, 19, 20 (Gráfico 9, Tabla 7).

"G"; esta estructura sufre un aumento significativo en los dos primeros monitoreos, luego se mantiene hasta el muestreo 14 y 15 posteriormente el crecimiento se detiene (Gráfico 10, Tabla 7).

"H"; posee un alto índice de crecimiento en los monitoreos 4 al 6 mientras que el mínimo de crecimiento se dió entre los muestreos 20 al 22 (Gráfico 11, Tabla 7).

"I"; se observa que los primeros meses son de aumento muy rápido decreciendo drásticamente al séptimo muestreo y nuevamente aumentando rápidamente en el monitoreo 10 al 11 para luego volver a decrecer hasta el último registro de datos (Gráfico 12, Tabla 7).

"J"; posee un incremento notable del crecimiento en el cuarto monitoreo, que posteriormente se detiene por un período corto de tiempo para luego volver a incrementarse pero en menor proporción (Gráfico 13, Tabla 7).

"K"; presenta dos picos de aumento siendo el sexto monitoreo mayor posteriormente su crecimiento disminuye notablemente hasta el fin del monitoreo (Gráfico 14, Tabla 7).

"L"; presenta un crecimiento muy inestable con varios picos de crecimiento hasta el monitoreo 20 posteriormente el crecimiento se detiene aparentemente en los cinco últimos monitoreos (Gráfico 15, Tabla 7).

"M"; tiene una evolución más acelerada hasta el sexto punto de muestreo luego tiende a disminuir

un poco el ritmo del crecimiento (Gráfico 16, Tabla 7).

“N”, exhibe en el inicio del estudio un crecimiento medio pero al séptimo muestreo se observa un incremento que es seguido de una disminución casi total en la estructura hacia el siguiente monitoreo, aunque posteriormente en todo el desarrollo de la investigación se puede observar que el crecimiento es algo discontinuo (Gráfico 17, Tabla 7).

Finalmente la última estructura estudiada “O”, presenta una alta intensidad de crecimiento durante las primeras semanas de vida para posteriormente decrecer notablemente y empezar a normalizar su crecimiento (Gráfico 18, Tabla 7).

En resumen se puede observar como varias estructuras aumentan desde los primeros días de nacimiento tales como “B, D, E, F, G, H, I, K y O”, y otras que su crecimiento aunque inicia desde que nace se hace notable después de varias semanas de vida del individuo.

Morfometría de las patas

Con respecto al crecimiento de las patas se observa un claro crecimiento en las estructuras que soportan el mayor peso del animal en especial el aumento a lo ancho de los dedos es muy notorio, pero de mayor notoriedad en las patas posteriores por poseer solo tres dígitos en lugar de cuatro (Tablas 8, 9; Gráficos 19, 20).

Detallando el crecimiento que poseen las patas del cachorro que fueron sometidas al monitoreo se obtuvo: el crecimiento diario de las patas anteriores fue, A =0.020 cm, B =0.014 cm, en el dedo 1 a= 0.010 cm, b= 0.006 cm, en el dedo 2 a= 0.009 cm, b= 0.008 cm, en el dedo 3 a= 0.009 cm, b 0.002 cm, y en el dedo 4 a= 0.006 cm, b= 0.073 cm y en el miembro posterior los parámetros fueron: A 0.019 cm, B 0.010 cm, dedo 1 a= 0.007 cm, b= 0.005 cm, dedo 2 a=0.005 cm, b= 0.006 cm, dedo 3 a= 0.007 cm, b= 0.004 cm; un rango máximo de crecimiento en los muestreos: A =1.8 cm, B =0.8 cm, en el dedo 1 a= 0.4 cm, b= 0.3 cm, en el dedo 2 a= 0.7 cm, b= 0.4 cm, en el dedo 3 a= 0.6cm, b 0.4 cm, y en el dedo 4 a= 0.6 cm, b= 0.3 cm

y en el miembro posterior los parámetros fueron: A 1.1cm, B 0.8 cm, dedo 1 a= 0.5 cm, b= 0.3 cm, dedo 2 a=0.2 cm, b= 0.5 cm, dedo 3 a= 0.4 cm, b= 0.5 cm, (Tabla 11, 12, 13 Gráficos 21 al 29).

La varianza en cada estructura evaluada fue: A= 4.79, B= 2.74, a1= 0.99, b1= 0.31, a2= 0.70, b2=0.48, a3=1.05, b3=0.04, a4=0.41, b4=0.21 (Tabla 9), la varianza para las patas posteriores se obtuvo: A=4.07, B=1.48, a1=0.66, b1=0.31, a2=0.23, b2=0.30, a3=0.65, b3=0.21 (Tabla 10).

El largo de la pata anterior “A” presenta su mayor progresión en el monitoreo 9, en varias ocasiones no se observó crecimiento alguno y el ancho “B” de esta pata se registró el mayor incremento en el muestreo 8 (Tabla 13, Gráfico 21), mientras que en el dedo 1 el mayor crecimiento en “a” se da en el muestreo 17 y “b” ocurre en tres ocasiones en los monitoreos 2, 3 y 5 respectivamente (Tabla 13, Gráfico 22), en el dedo 2 se observa que el mayor aumento de “a” se da en el monitoreo 8 y “b” en el monitoreo 2 (Tabla 13, Gráfico 23), en el tercer dedo “a” posee un mayor aumento en los muestreos 9 y 10 mientras que en “b” se da en el segundo monitoreo (Tabla 13, Gráfico 24), el cuarto dedo tiene un incremento en “a” se da en el doceavo muestreo y para “b” este incremento se observa en el décimo muestreo (Tabla 13, Gráfico 25).

En la pata posterior se obtuvo en A y B el mayor crecimiento en el noveno muestreo con 1.2 cm y 0.8 de aumento respectivamente (Tabla 13, Gráfico 26), el primer dedo “a” tiene su mayor porcentaje de crecimiento en el segundo muestreo, y en “b” en el octavo monitoreo (Tabla 13, Gráfico 27), mientras que el segundo dedo “a” presenta su mayor crecimiento en el primer punto y “b” en el segundo monitoreo, además se observa un mayor desarrollo de “b” (Tabla 13, Gráfico 28), finalmente el tercer dedo del tapir obtuvo en “a” en el tercer muestreo y en “b” en el noveno monitoreo (Tabla 13, Gráfico 29).

Comparación entre individuos

Lamentablemente debido a la falta de registros de la cronología del crecimiento de tapires neonatos son pocos los datos obtenidos de otras crías, así que en este trabajo sólo se presentan como un dato adicional, para poder demostrar la similaridad del crecimiento entre sexos. Se obtuvo dos datos cronológicos de una hembra parida en Z. Q. G., los que fueron comparados con los datos del tapir estudiado.

A los cinco días de nacida la hembra (♀) (15-01-09), obtuvieron varias medidas corporales aunque fueron solo siete estructuras evaluada se puede esbozar una idea del crecimiento dado en ese período en el individuo (Gráfico 30, Tabla 15), las cuales se compararon con las medidas del macho (♂).

Las medidas comparadas en estos primeros días en el macho y hembra respectivamente fueron "E" 53.5 cm: 54 cm;"F", 50 cm: 54 cm; "H", 50 cm y 47.5; "J" 37 cm: 12.5 cm; "K", 24 cm: 20 cm; "N", 33 cm: 15 cm; peso, 10.5 kg: 10 kg, al analizar la curva de crecimiento de los dos individuos se observa una similaridad en 5 dimensiones de 7 obtenidas en la hembra (71.42%).

Posteriormente se evaluó las medidas a los diez días (20-01-2009) de vida de los tapires, se observa en machos y hembra respectivamente: "A", 25 cm:24cm; "B", 14 cm: 18 cm;"C", 7.5 cm: 8 cm; "D", 35 cm: 33 cm; "E", 53 cm: 59 cm;"F", 62 cm: 51cm; "G", 4 cm: 3.5 cm; "H", 56 cm ambos tapires; "I", 64 cm: 70 cm; "J", 37 cm: 38 cm; "K", 20 cm: 27 cm; "L", 5 cm : 3 cm; "M", 30 cm: 40 cm; "N", 26 cm, 34 cm; "O", 5 cm: 10 cm; "peso", 14 kg ambos cachorros, se observa una similaridad del 56.25 % en estructuras evaluadas y un margen de disparidad del 43.25 % (Gráfico 31, Tabla 15).

4. Discusión

Los animales en su proceso de crecimiento ganan peso y altura rápidamente en las primeras etapas de su vida, y a medida que aumenta la edad, el desarrollo y el crecimiento se hace más lento, hasta que finalmente se detienen. Esto

determina una curva de desarrollo de la masa corporal y crecimiento que relaciona altura y peso con edad (Bavera, G. 2005), por lo que no es frecuente el monitoreo cronológico de un tapir neonato y ha sido habitual la medición de adultos porque su crecimiento no es significativo luego de la madurez sexual. Actualmente no existen datos concretos del crecimiento de crías de *T. terrestris* ni de las medidas corporales que se deberían tomar para tener un registro del desarrollo que posee un tapir en cautiverio, incluso no existe homogeneidad en las longitudes de los tapires adultos, sus proporciones son muy variables además, son pocos los parámetros considerados para estimar el tamaño de los individuos y más aún para ser publicados en artículos científicos (Tabla 14).

En el último muestreo del tapir se obtuvo un peso aproximado de 120 kg, es decir, que en durante la investigación aumentó 109.5 kg de peso (tabla 3), además en la curva se grafica la evolución que mantuvo el peso durante el tiempo de monitoreo de la cría, en donde es evidente el incremento del peso corporal del individuo, se observa con claridad como existen variaciones en los primeros monitoreos mientras que para los últimos se estabiliza siendo más uniforme el aumento del peso del tapir (Gráfico 1).

Al analizar con mayor detalle el peso del tapir tomando el progreso de crecimiento entre cada monitoreo se obtuvo una curva muy irregular hasta la primera mitad de la totalidad de los monitoreos, donde el ritmo de crecimiento decrece notablemente, en la primera mitad se observan dos cosas muy singulares, que en el segundo monitoreo no existe un crecimiento significativo y en las curvas aparece como crecimiento nulo mientras que en el décimo monitoreo alcanza su máximo de crecimiento (13 Kg) y posteriormente el ritmo decrece drásticamente (-10kg) llegando a ser en esta parte de la curva el máximo incremento de 5 kg y un mínimo de 1 kg (Gráfico 3).

Estructuras Corporales

En lo que concierne a las medidas corporales se observa dos tipos de crecimiento de las estructuras, 1. De crecimiento regular (A, B, C, G, L, O); 2. De crecimiento irregular (D, E, F, H, I, J, K, M, N). Las primeras estructuras crecen con aparente regularidad y hasta cierto punto con uniformidad, mientras que las otras crecen de manera más rápida y con mucha más desigualdad en las proporciones (Gráfico 1), al analizar el promedio de crecimiento de cada estructura se observa que el grupo de crecimiento regular no supera los 3.6 cm, por otra parte las estructuras de crecimiento irregular que crecen hasta 16 cm.

Estructuras de crecimiento regular

Dentro de este grupo denominado estructuras regulares el crecimiento se encuentra entre el 1.5 cm y 3.6 cm.

“A”, posee una curva de crecimiento promedio con tres importantes picos de incremento corporal, el primero y de mayor proporción se dio en el quinto monitoreo (3.6 cm), el segundo se dio al octavo muestreo pero en un menor porcentaje (2.0 cm), finalmente se observa un incremento en el doceavo monitoreo (3.0 cm), existiendo una diferencia entre el pico máximo y el mínimo de 1.6 cm. Posteriormente se observa una relativa estabilidad en la sucesión de muestreos (Gráfico 4, Tabla 7).

“B”, el crecimiento es mucho más bajo existiendo dos importantes picos de actividad el primero se da en la toma de datos inicial (3 cm) y el otro se da en el 17 (4 cm), teniendo una diferencia de 1 cm entre las dos cumbres de actividad. Las otras cifras no tienen un mayor incremento de los 1.4 cm (Gráfico 5, Tabla 7).

“C” posee un crecimiento marcado de tres picos de crecimiento siendo el mayor el primero (1.5 cm), aunque en sus otros monitoreos no aumentó en gran proporción siendo que un gran porcentaje de las mediciones fue de cero (Gráfico 6, Tabla 7).

“G” esta estructura aumentó muy poco desde el nacimiento, el crecimiento de esta estructura es mínimo evidenciándose en la curva sólo en el

primer y segundo monitoreo se observa un crecimiento significativo. (Gráfico 10, Tabla 7). Las estructuras “L” y “O” aunque poseen un crecimiento un poco lento son de gran importancia debido que estas estructuras son las que sostiene el peso del cuerpo del tapir, “L”, se observa que durante el monitoreo se producen varios picos esto sumado con un crecimiento de no más de 1.4 cm en la mayor cresta de crecimiento le dan la fortaleza necesaria a esta estructura corporal (Gráfico

15, Tabla 7), mientras que “O” se observó la misma figura que en “L” pero solo hasta el monitoreo 13 posteriormente tiende normalizarse el incremento corporal de esta estructura (Gráfico 18, Tabla 7).

8.1.2. Estructuras de crecimiento irregular.

Dentro de las estructuras de desarrollo irregular los parámetros de crecimiento de estas estructuras se encuentran entre 7.0 cm y 16 cm (Tabla 6).

La curva de crecimiento de “D” muestra alta actividad de aumento durante los primeros diez muestreos siendo el segundo monitoreo el que mayor ampliación (7.5 cm), en los últimos monitoreos se ve un importante decrecimiento (Gráfico 7, Tabla 7).

”E”, se observa un crecimiento muy irregular con varios picos de crecimiento, el máximo pico se dio en el quinto muestreo (9.8 cm), mientras que en el último monitoreo no registró progresión alguna (Gráfico 8, Tabla 7).

“F” presenta un ritmo de crecimiento muy discontinuo y acelerado durante los primeros 11 monitoreos del cachorro, posteriormente el ritmo empieza a disminuir notablemente, pero teniendo pequeños repuntes los cuales no se mantienen más de un monitoreo (Gráfico 9, Tabla 7).

“H” demuestra una elevada actividad hasta el sexto monitoreo en donde alcanza el máximo de crecimiento (13 cm) posteriormente tiene un

aumento significativo en el muestreo 14 (7.5 cm), y ya para los últimos monitoreos se ve un leve incremento pero con un máximo de 3 cm (Gráfico 11, Tabla 7).

“T”, es la estructura evaluada con mayor crecimiento durante los primeros 11 monitoreos, posteriormente tiende a decrecer dramáticamente con respecto a la primera fase del desarrollo, en este período un poco más lento se puede ver que crece un promedio de 2 cm por monitoreo a diferencia de los primeros 11 muestreos que crecía hasta 16 cm en un monitoreo (Gráfico 12, Tabla 7).

Por otra parte “J” posee un crecimiento algo similar, aunque en los tres primeros monitoreos se puede ver un aumento algo lento, que luego incrementa considerablemente hasta el monitoreo 11, luego tiende a disminuir el ritmo de incremento corporal (Gráfico 13, Tabla 7).

“K” posee un crecimiento moderado aunque en primera instancia se observa un aumento en el crecimiento pero luego se tiende a regularizar un poco el ritmo de aumento estructural, manteniéndose así hasta el final de monitoreo (Gráfico 14, Tabla 7).

“M” esta estructura posee un aumento del tamaño muy irregular durante los primeros nueve monitoreos, al décimo monitoreo decrece el ritmo de crecimiento de esta estructura, que sigue aumentando en menor proporción hasta el final del monitoreo (Gráfico 16, Tabla 7); Finalmente en este grupo de estructuras evaluadas.

“N” posee un crecimiento muy notable durante los 12 primeros monitoreos, posteriormente decrece y se mantiene hasta el final (Gráfico 17, Tabla 7).

Patas Anteriores y Posteriores

El monitoreo de las patas y su dinámica de crecimiento es de suma importancia biológica en el desarrollo de todo vertebrado que utilice sus miembros anteriores o posteriores para locomoción ya sea bípeda o cuadrúpeda, en este caso para un tapir un normal crecimiento de las extremidades representa un buen soporte de toda

la masa corporal del animal para un normal desenvolvimiento con su hábitat y para la supervivencia.

Según Isasi-Catalá & G. Barreto (2008), no existe diferencia significativa entre las medidas de las patas derechas e izquierdas por lo que en esta investigación se obvió la medición de las cuatro patas y solo se tomó en cuenta una anterior y otra posterior.

En lo que respecta a las patas posteriores se observó un mayor crecimiento en “A” que en “B” de similar a las patas anteriores, teniendo los dos picos de crecimiento en el noveno monitoreo (Gráfico 26); en lo que respecta a los dígitos se observó que en el primer dedo, “a” tuvo un mayor incremento en sus dimensiones mientras que “b” se notó un menor incremento en su tamaño teniendo un mínimo crecimiento en aproximadamente la mitad del tiempo de monitoreo (Gráfico 27); el segundo dígito posee un mayor incremento en “b” que en “a”, debido a que la mayor parte del peso recae sobre este dígito, por lo que necesita tener mayor área en donde depositar el peso del animal, evidenciándose además en la línea de tendencia (Gráfico 29), por último el tercer dedo posee un incremento en “a” con un pico de crecimiento en el tercer monitoreo, y mientras que “b” ha crecido en menor proporción teniendo un pico de incremento en el noveno muestreo (Gráfico 29).

Comparación entre Sexos

Durante los cinco primeros días de vida de ambos cachorros, se observan en la tabla 15 varias medidas semejantes, lamentablemente la información obtenida es escueta e incompleta.

La comparación entre las curvas de crecimiento de ambos tapires en los diez primeros días de vida dió como resultado una similaridad de estos individuos, al observar los datos y las curvas obtenidas se puede pensar que no existe una amplia diferencia de tamaños entre sexos durante los 10 primeros días de vida de un cachorro.

5. Conclusiones

1. La presente investigación nos proporciona una información más adecuada del crecimiento que mantiene un tapir en cautiverio desde su nacimiento hasta el primer año de edad, es preciso tener en cuenta que el estado de salud, la alimentación y el espacio físico en el que se encuentre la danta es muy importante para que su crecimiento sea normal en lo mayormente posible.
2. Los datos obtenidos del peso de los dos cachorros en el ZQG difieren de los que brindan Padilla & Dowler (1994), por lo tanto, se debería realizar una revisión con respecto a las medidas de las crías de tapir.
3. El crecimiento en esta especie de perisodáctilo está marcada principalmente por la alimentación que se le sustenta en los primeros meses de vida, es decir, la leche materna es una de las principales fuentes de nutrientes para el crecimiento del cachorro (fotografía 26 a, 34 b).
4. Al analizar la evolución en el tamaño de las patas del cachorro se evidencia que son sus dedos centrales los que soportan el mayor peso y que en las patas anteriores el peso del animal se divide entre tres dedos, mientras que en las patas posteriores el mayor peso lo soporta el dedo medio.
5. En cuanto al porcentaje de crecimiento de las estructuras evaluadas existe una gran variabilidad, existiendo rangos máximos entre los 1.4 a 16 cm (Tabla 6), por lo que estos parámetros se pueden considerar normales en un tapir de igual edad, mientras que al comparar medidas entre sexos con edades similares nos dieron como resultado similaridad entre las estructuras evaluadas en los diez primeros días de vida.
6. Las medidas y parámetros de crecimiento obtenidas como resultado de esta

investigación pueden ser utilizadas para estimar la edad de una cría que se pueda encontrar en cautiverio o incluso en la vida silvestre, pero cabe recalcar que debe utilizarse estos parámetros como una herramienta de estimación de edad de cachorros de tapires (*T. terrestris*).

7. Finalmente el desarrollo corporal de un individuo sigue patrones biológicos, anatómicos y genético-evolutivos, los cuales determinan el ritmo de crecimiento de cada estructura somática en dicho sujeto, al lograr registrar cronológicamente la evolución del tamaño corporal del cachorro de tapir se observó que las medidas corporales no crecen con regularidad, sino que debido a la función que cumplan y en dependencia del hábitat que ocupen, lo que ratifica la hipótesis planteada, es decir, que las estructuras evaluadas si presentan un crecimiento alométrico.

6. Recomendaciones

1. Uno de los principales limitantes para el desarrollo de esta investigación fue la falta de información sobre el crecimiento de los tapires, por lo que sería recomendable realizar trabajos científicos similares, además de una revisión del peso de los cachorros al nacer, para tener parámetros más reales al menos en lo que corresponde a los tapires en cautiverio en Ecuador.
2. Se debería crear de una base de datos que contenga medidas cronológicas no solo de los tapires sino de todos los animales en cautiverio en zoológicos, zocriaderos, etc. en Ecuador.
3. Convendría evaluar profundamente la morfometría publicada por varios autores y determinar las edades de los especímenes empleados con las especies que se tienen actualmente en cautiverio, es nos daría una cuantificación seria de

cuánto difieren estas medidas publicadas entre sí, con las medidas actuales del tapir.

4. Es de conocimiento público el consumo del tapir como carne silvestre por tribus y comunidades nativas de la Amazonía, por lo tanto este tipo de investigaciones pueden facilitar otros proyectos que se enfoque en la producción de carne de tapir como alternativa de consumo para el mercado Ecuatoriano, y un gran aporte en la economía estatal.
5. Por último, esa falta de interés en realizar trabajos morfométricos con neonatos, debido al crecimiento variable y dependiente de muchos factores externos e internos, sumado a la falta de apoyo por parte de instituciones públicas o privadas para la ejecución de proyectos netamente científicos debe contrarrestarse.

7. Bibliografía

- [1] **Alibhai, S. et. al. 2008.** A footprint technique to identify white rhino *Ceratotherium simum* at individual and species levels. *Endangered Species Research*. Vol 4 pp 205-218.
- [2] **Aranda, M. 1992.** El jaguar (*Panthera onca*) en la reserva de Calakmul, México: Morfometría, hábitos alimenticios y densidad poblacional, pg. 235-274 In: ANON (ed.). *Felinos de Venezuela: biología y ecología y Conservación*. FUDECI, Caracas-Venezuela.
- [3] **Arévalo, J. 2001.** Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. Asociación Monteverde. 18 pp.
- [4] **Arias, A. 2008.** Aportes de la Historia Natural de la Danta Colombiana (*Tapirus terrestris colombianus*) Compilados en el Norte de los Andes Centrales Colombianos., Tapir Conservation. The Newsletter of the UICN/SSC Tapir Specialist Group. Vol. 17(2), N 24: 14-21.
- [5] **Báez, O. 1998.** Origen de los mamíferos Sudamericanos. Biología y sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador. Tirira D. (ed). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador. Pg. 217.
- [6] **Barongi, R. 2004.** Criterios generales para el manejo de Tapires en cautiverio. Houston-EEUU.
- [7] **Bavera, G. 2005.** Escala de tamaño, estructura corporal o Frame Score. Curso de Producción bovina de carne, FAV UNRC. www.produccion-animal-com.ar.
- [8] **Bavera, G. et. al. 2005.** Crecimiento, desarrollo y precocidad. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar.
- [9] **Birdlife International. 2005.** En línea http://www.birdlife.org/action/science/sites/andes_ibas/pdfs/Ec_447-456.pdf. 19/09/2011.
- [10] **Bodmer, E. & M. Brooks. 1997.** Evaluación del estado y plan de acción del tapir de tierras bajas (*Tapirus terrestris*). Pp107-117. En: Brooks, Daniel. M.; Bodmer, Richard. E, and Matola, Sharon compilers. Tapirs-Status Survey and Conservation action Plan. UICN/SSC Tapir Specialist Group, UICN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- [11] **Canevari, M. & C. Fernández. 2003.** 100 mamíferos argentinos. 1 ed. Buenos Aires-Argentina. Ed. Albatros. Pg. 160.
- [12] **Castellanos, A. et. al. 2011.** Tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*). Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2da. edición. Versión 1. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito. <www.librorojo.mamiferosdelecuador.com>
- [13] **Catalá, I & G. Guillermo. 2008.** Identificación de individuos de jaguares (*Panthera onca*) a partir de morfometría de sus huellas (Carnivora: Felidae). Universidad Simón Bolívar. Caracas-Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 56(4). Pg 1893-1904.
- [14] **Cervantes, F. & J. Vargas. 1998.** Comparación morfométrica entre los conejos *Sylvilagus floridanus*, *S. audubonii* y *Romerolagus diazi* de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 3 Pg. 45-78.
- [15] **Chalukian, S. et. al. 2009.** Plan de Acción para la Conservación del Tapir (*Tapirus terrestris*) en Argentina. Tapir Specialist Group, Proyecto de Investigación y Conservación del Tapir-NOA, Wildlife Conservation Society, Secretaría de Ambiente y desarrollo Sustentable de la Nación Dirección de Fauna. 71 p.
- [16] **Colbert, M. 2002.** "Tapirus terrestris" (Online), Digital Morphology Accessed, March-10-2010-at: http://digimorph.org/specimens/Tapirus_terrestris/.

- [17] **Constantino, E. et. al. 2006.** Danta común *Tapirus terrestris* pp106.
- [18] **Dávila, Ch. 2011.** Modelado forense.4 pp. www.teleley.com.
- [19] **Emmons, L. 1990.** Neotropical Rainforest Mammals. The University of Chicago Press, Chicago.
- [20] **Estrada, N. 2006.** Humans attacked by a Baird's Tapir (*Tapirus bairdii*) in the Sierra de Agalta National Park., Olancho, Honduras. Tapir Conservation The Newsletter of the IUCN/SSC Tapir Specialist Group. 15/2 (20): pp 13-14
- [21] **García, E. 2006.** Caracterización morfológica, hematológica y bioquímica clínica de cinco razas asnales españolas para programas de conservación. Bellaterra-España. pg. 261.
- [22] **Garrido, G. 2008.** Generalidades sobre los perisodáctilos y los proboscídeos del Villafranchiense superior en relación con el registro fósil de Fonelas P-1. Arribas. A. (Ed.), Vertebrados del Plioceno superior terminal en el suroeste de Europa: Fonelas P-1 y el Proyecto Fonelas. Cuadernos del Museo Geominero, nº 10. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 551 pg.
- [23] **Sastre, H. 2003.** Descripción, situación actual y estrategias de conservación de la raza bovina colombiana criolla Casanare. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba-España. 337 Pg.
- [24] **Taber. et. al. 2008.** El destino de los arquitectos de los Bosques neotropicales: Evaluación de la distribución y el Estado de Conservación de los Pecaríes labiados y los Tapires de tierras bajas. Tapir Specialist Group; Grupo Especialista de la CSE/UICN en Cerdos, Pecaríes y Hipopótamos; Wildlife Conservation Society; Wildlife Trust. 181 pp.
- [25] **Talamoni, S & M. Assis. 2009.** Feeding habit of the Brazilian tapir, *Tapirus terrestris* (in a vegetation transition zone in south-eastern Brazil. Soc. Brasil. zool. 26(2). Pp 251-254.
- [26] **Tapia. et. al. 1995.** Sistematización de la experiencia de domesticación, manejo y producción de cinco especies de mamíferos silvestres y dos especies de aves de la Amazonia ecuatoriana, en el Centro Fátima de la OPIP entre los años 1989 hasta 1995.
- [27] **Tapia, M. 1998.** Manejo de mamíferos amazónicos en cautiverio y semi-cautiverio en el centro experimental Fátima. 1:155-198 Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador.
- [28] **Tapia, M. 1999.** Guía para el manejo, cría y conservación del "Tapir" *Tapirus terrestris* (Linnaeus, 1758). Centro Tecnológico de Recursos Amazónicos de la OPIP-Centro Fátima-43p.
- [29] **Tirira, D. 2007.** Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito. 576 pp.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA DIVERSIDAD DE CLADÓCEROS EN EL LAGO CHONGÓN, GUAYAS

Preliminary Study of the Diversity of Cladocera in Lake Chongón, Guayas

César Iván Briones Cornejo¹, Matilde Cornejo Antepara²

Recibido el 5 de mayo de 2012; recibido en forma revisada 21 de septiembre 2012, aceptado 27 de noviembre 2012

Resumen

El presente trabajo se realizó en el lago Chongón, Guayas, ubicado en el Km. 26 de la vía a la Costa, al oeste de Chongón, con una posición geográfica de 02°13'08.61''S y 80°07'31.86''O.

Se realizaron cuatro salidas de campo entre los meses de diciembre del 2011 y abril del 2012. Las muestras de zooplankton se obtuvieron en ocho estaciones, de las cuales cuatro se encontraban ubicadas en la zona litoral y cuatro en la zona limnética.

Se encontraron 12 especies de cladóceros, pertenecientes a 11 géneros y 7 familias: *Chydorus sphaericus* Müller, 1785; *Kurzia latissima* Kurz, 1874; *Leydigopsis brevisrostris* Brehm, 1938; *Alonella nana* Baird, 1843; *Bosmina longirostris* O.F. Müller, 1776; *Moina micrura* Kurz, 1874; *Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885; *Simocephalus vetulus* OF Müller, 1776; *Simocephalus acutifrons* Johnson, 1954; *Diaphanosoma brachyurum* Liévin, 1848; *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1882 y *Drepanothrix dentata* Eurén, 1861.

La diversidad obtuvo un índice alto, con $H' = 2.2440$ bitios y una equitatividad de $E = 0.6259$. Los índices de diversidad para las zonas litoral y limnética, muestran una diferencia notable a favor de la zona litoral con un valor de $H' = 2.7228$ bitios y una equitatividad de $E = 0.8197$ versus $H' = 0.3169$ bitios y $E = 0.0916$ para la zona limnética. Esto confirma la hipótesis que sostiene que la zona litoral presenta una mayor densidad y diversidad de cladóceros.

Palabras claves: Diversidad, cladóceros, zooplankton, zona litoral, zona limnética.

Abstract

This work was carried out on the lake Chongón, Guayas, located at Km 26 of the route to the coast, west of Chongón, with a geographic position of 02 ° 13'08 .61" S and 80 07'31 .86" W.

There were four field trips during the months of December 2011 and April 2012. Zooplankton samples were obtained at eight stations, four of which were located in the littoral zone and four in the limnetic zone.

We found 12 species of cladocerans, belonging to 11 genera and 7 families: *Chydorus sphaericus* Müller, 1785; *Kurzia latissima* Kurz, 1874; *Leydigopsis brevisrostris* Brehm, 1938; *Alonella nana* Baird, 1843; *Bosmina longirostris* OF Müller, 1776, *Moina micrura* Kurz, 1874; *Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885; *Simocephalus vetulus* OF Müller, 1776; *Simocephalus acutifrons* Johnson, 1954; *Diaphanosoma brachyurum* Liévin, 1848; *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1882 and *Drepanothrix dentata* Eurén, 1861.

The diversity index was high, with $H' = 2.2440$ bits and evenness of $E = 0.6259$. Diversity index for littoral and limnetic zones show a significant difference in favor of the littoral zone with a value of $H' = 2.7228$ bits and evenness of $E = 0.8197$ versus $H' = 0.3169$ and $E = 0.0916$ bits for the limnetic zone. This confirms the hypothesis that the coastal area has a higher density and diversity of cladocerans.

Keywords: Diversity, cladocerans, zooplankton, littoral zone, limnetic zone.

¹ Egresado de la Carrera de Biología, Tesis de grado – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

² Doctora en Biología, Director Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

1. Introducción

Las comunidades planctónicas de sistemas acuáticos están constituidas por organismos con períodos de vida cortos y muchos de ellos son fácilmente manipulables. Ello ha permitido la formulación, a partir de hipótesis experimentales basadas en interacciones biológicas y/o físicas, de modelos sobre la estructura de comunidades más fácilmente que en los sistemas terrestres. Además, el zooplancton de agua dulce está compuesto por animales con altas tasas de crecimiento, un rango que permite responder rápidamente a ambientes cambiantes. Otra de sus características es su capacidad para producir abundantes huevos de resistencia que mantienen su viabilidad durante décadas o siglos (Hairston, 1996).

Los cladóceros son microcrustáceos acuáticos branquiópodos que muestran claramente los resultados de la especialización y la oligomerización de las partes del cuerpo. Características generales de este grupo son las antenas de natación fuertemente desarrolladas, la presencia de un gran ojo, y un caparazón bivalvo que cubre un cuerpo corto y segmentado débilmente, teniendo cinco o seis miembros torácicos (Korovchinsky y Smirnov, 1993).

Es un grupo ecológico exitoso, que habita en casi cualquier tipo de ambiente de agua dulce. Tradicionalmente, han sido considerados como un grupo zooplanctónico, pero la mayoría de ellos son formas bentónicas encontradas cerca de la zona litoral, asociados a diferentes tipos de sustrato, como las plantas acuáticas o rocas (Whiteside y Harmsworth, 1967; Quade, 1969).

El presente estudio está realizado dentro del Área Nacional de Recreación Parque Lago o Lago Chongón. Está compuesta por un embalse artificial, construido sobre el río Chongón con la finalidad de transferir aguas del río Daule-Peripa hacia la Península de Santa Elena (Cajas et al. 2003).

Dentro del área protegida en sí, no existen amenazas, sin embargo en sus alrededores hay fuertes presiones por la expansión agrícola e industrial.

Los objetivos planteados en la investigación consisten en evaluar la biodiversidad de cladóceros que conforman la biomasa zooplanctónica del embalse del lago Chongón. Además se cuantificará la densidad de los mismos en la zona litoral y limnética. Se identificará taxonómicamente las especies presentes y finalmente se comprobará si existen variaciones entre las poblaciones de la zona litoral y limnética del lago y se determinará qué factores se asocian a los cambios de densidades de las mismas.

Justificación

Por lo anteriormente expuesto, es importante realizar un estudio preliminar de la diversidad de este grupo de organismos claves para el mantenimiento de medioambientes saludables por tratarse de un eslabón básico de la red alimenticia.

Mediante la información obtenida del presente trabajo investigativo se podrán estimar las condiciones actuales del embalse del Lago Chongón en lo que se refiere a su sostenibilidad como ecosistema.

Hipótesis

Si la zona litoral representa un hábitat más heterogéneo, la comunidad de cladóceros tendrá una densidad y diversidad mayores que la limnética.

Objetivos

Objetivo General

1. Evaluar la diversidad de cladóceros que conforman la biomasa zooplanctónica del embalse del Lago Chongón.

Objetivos Específicos

1. Cuantificar la densidad de cladóceros encontrados en las zonas litoral y limnética del embalse.
2. Identificar taxonómicamente las especies de cladóceros presentes en el lago Chongón.
3. Comprobar si existen variaciones entre las poblaciones de cladóceros de la zona litoral y limnética del lago Chongón y

determinar qué factores se asocian a los cambios de densidad de las mismas.

2. Materiales y Métodos

Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia del Guayas, Km. 26 de la vía a la Costa, al oeste de Chongón, con una posición geográfica de 02°13'08.61''S y 80°07'31.86''O. Rango Altitudinal: 0 - 300 msnm. Con una temperatura media anual 25 °C. Tiene una precipitación promedio anual de 650 mm concentrada (83,9%) en los meses de enero a mayo. Durante estos meses el embalse recibe los aportes de los ríos estacionales Chongón y Perdido que descienden desde la cordillera Chongón. (Rivera, 2007).

A la cota 54.50 el embalse tiene una superficie de 2000 ha y alrededor se encuentran remanentes de bosque seco y áreas de uso agropecuario. Hacia el norte de los límites del Área Nacional de Recreación se encuentra la Cordillera Chongón Colonche, hacia el sur la carretera Guayaquil – Salinas. Hacia el este el Bosque Protector Cerro Blanco y poblaciones de San Jerónimo y de Chongón. (Rivera, 2007).

Parque El Lago posee un área total de 40.600 hectáreas, las cuales se encuentran divididas de la siguiente forma: 2.600 hectáreas son de Espejo de Agua, 14.000 hectáreas forman el Bosque Protector y las 24.000 hectáreas restantes son de la Cuenca de los ríos Chongón y Bedén. (Rivera, 2007).

En la (Figura 1), se muestra la localización del Área Nacional de Recreación Parque Lago.

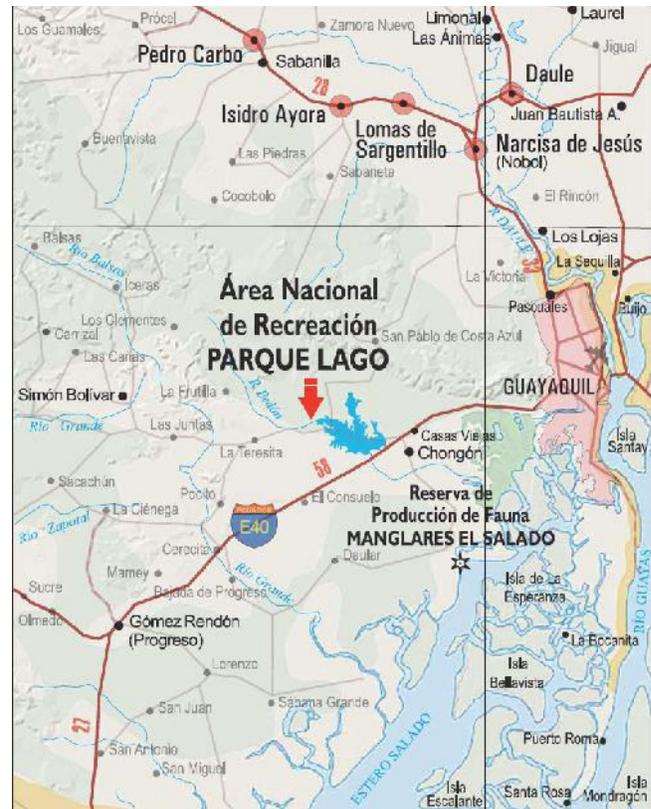


Figura 1. Área Nacional de Recreación Parque Lago, Guayas.

Método de campo

La toma de muestras se realizó durante cuatro salidas de campo entre los meses de diciembre del 2011 y abril del 2012. Para el efecto se utilizó una red cónica de arrastre de 150 μ m de diámetro de poro mediante un arrastre superficial para el caso de las estaciones ubicadas en la zona limnética; para las estaciones ubicadas en la zona litoral la metodología consistió en coleccionar agua en un balde de 10 l para luego proceder a filtrar con malla de 150 μ m de diámetro de poro, obteniendo en ambos casos aproximadamente 400ml de muestra por punto. Todas las muestras se depositaron en frascos de 500 ml de capacidad, se narcotizó con solución de sulfato de magnesio al 30% para evitar la retracción de los organismos y posteriormente se fijaron con formaldehído neutralizado con tetraborato de sodio (Bórax) hasta conseguir una concentración del 4%. (Figura 2).

Se tomaron parámetros abióticos, tales como, transparencia, temperatura, salinidad y pH, utilizando disco Secchi, termómetro de escala

centígrada, refractómetro y tiras de papel pH respectivamente. (Figura 2).



Figura 2. a.- Medición de temperatura del agua; b.- Colecta de muestra en zona litoral.

El volumen de agua filtrada se lo obtuvo empleando la fórmula:

$$V_f = A d c_f.$$

Área de la boca de la red x distancia x coeficiente de filtración.

Para determinar el valor del área de la red se utilizó la siguiente fórmula:

$$A = \pi r^2$$

El diámetro de la boca de la red tiene un valor de 0.30m y de radio 0.15m; reemplazando en la fórmula queda de la siguiente manera: $3.1416 (0.15m)^2 =$ obteniéndose el área de la boca de la red con un valor de 0.07m².

La fórmula para hallar el volumen de agua filtrada sólo se aplicó en las muestras tomadas en la zona limnética, en donde se realizó el arrastre superficial con red cónica, dándosele un valor de 1 al coeficiente de filtración. Se estandarizó este dato fijando la distancia de arrastre a 50m, con lo cual se obtuvo el siguiente valor:

$$V_f = (0.07m^2) (50m) (1) = 3.5m^3$$

El volumen de agua filtrada en la zona litoral se determinó directamente ya que el método utilizado proporcionaba a la vez un volumen conocido de agua por tratarse de un balde con una capacidad de 10l. Se procedió a verter un balde lleno sobre la

malla filtrante dos veces para completar un volumen de 0.02m³ que es el equivalente de 20l.

Las muestras de zooplankton se obtuvieron en ocho estaciones, de las cuales cuatro se encontraban ubicadas en la zona litoral y cuatro en la zona limnética. Las estaciones fueron nombradas para su identificación, las pertenecientes a la zona litoral: a1, a2, a3, a4 y las ubicadas en la zona limnética: b1, b2, b3, b4. Las coordenadas geográficas de las mismas fueron tomadas con GPS 72 GARMIN, cuyos datos podemos observar en la (Tabla 1 y Figura 3).

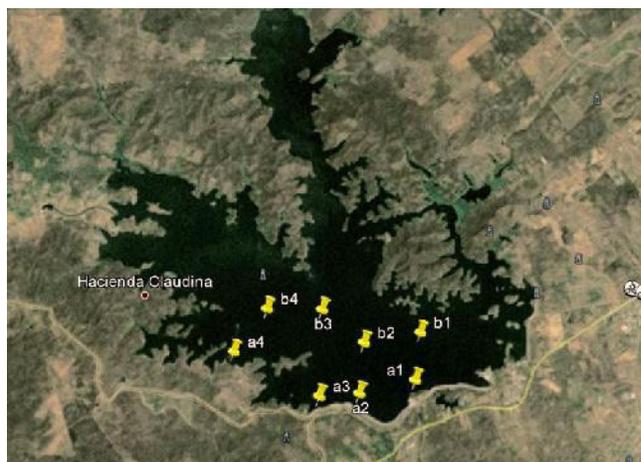


Figura 3. Puntos de muestreo en el lago Chongón, Guayas.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo del lago Chongón, Guayas.

PUNTOS	COORDENADAS	
a1	2 13'47.50"	80
a2	2 13'54.33"	80
a3	2 13'55.68"	80
a4	2 13'33.20"	80
b1	2 13'23.64"	80
b2	2 13'28.75"	80
b3	2 13'12.05"	80
b4	2 13'11.71"	80

Método de laboratorio

De cada muestra de zooplankton colectada, se obtuvieron alícuotas representativas, previa homogenización, con el uso de un cucharón de 40ml de capacidad.

El análisis cualitativo y cuantitativo de la población de cladóceros se efectuó utilizando una cámara de Bogorov, procediendo a contar los especímenes observándolos a través de un estereomicroscopio, para luego separar los cladóceros y mediante el microscopio óptico, determinar las familias con la ayuda de los objetivos de 10x y 40x, siendo de mucha utilidad el condensador de contraste de fases para la visualización de las estructuras o caracteres distintivos. Finalmente la fase de observación terminaba con la toma de series de fotos digitales para su posterior análisis.

Para la determinación de las especies de cladóceros se utilizaron claves de identificación: Green, G (1997); Smirnov, N (1977); Balcer. M.D. et al (1984); Brandlova, J. et al (1972); Brooks, J.L. (1957); Edmondson, W.T. (1959); Hebert, P.D. (1995); Pennak, R.W. (1995). Para la identificación y descripción se siguió el trabajo de Alonso (1996).

Las especies fueron registradas y el número de ejemplares fueron expresados en la unidad de (org/m³), para fines de interpretación.

Análisis de información

Se determinaron los parámetros comunitarios: constancia y dominancia numérica.

La constancia numérica también llamada frecuencia absoluta, se calcula estableciendo la relación porcentual entre el número de muestras en que se encontró cada grupo y el total de muestras.

La dominancia numérica o abundancia se expresa como la relación porcentual entre el número de organismos de cada grupo, con respecto al total de especímenes recolectados. (Tabla 2).

Tabla 2. Rangos para determinar las Categorías en el análisis de los cladóceros en el lago Chongón, Guayas.

CONSTANCIA	GRUPOS
0% - 25%	ACCIDENTALES
25,1% - 50%	ACCESORIOS
50,1% - 100%	CONSTANTES
DOMINANCIA	GRUPOS
0,0% - 25,0%	ACCIDENTALES
25,1% - 50,0%	ACCESORIOS
50,1% - 100,0%	CONSTANTES

A partir de la densidad de las especies se calculó la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener. Este índice toma en cuenta los dos componentes de la diversidad: número de especies y equitatividad o uniformidad de la distribución del número de individuos en cada especie; de acuerdo con esto, un mayor número de especies incrementa la diversidad y además, una mayor uniformidad también lo hará. Varía desde 0, para comunidades con sólo un grupo taxonómico, a valores superiores para aquellas comunidades con varios grupos taxonómicos, y la fórmula para hallarlo es la siguiente:

$$H' = -\sum p_i \log_b p_i$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies).

p_i = proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): n_i/N

n_i = número de individuos de la especie *i*

N = número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Además se obtuvo el valor de equitatividad (E):

$$E = H'_{abs} / H'_{m\acute{a}x}, \text{ considerando que: } H'_{m\acute{a}x} = \ln S.$$

El índice al estar dividido por $\ln(s)$ hace que este comprendido entre los valores 0 y 1. Un valor alto de H' indica mayor equitatividad, cuando esta es

igual para todos los tipos, la equitatividad es igual a 1.

3. Resultados

Comunidad de Cladóceros del lago Chongón

Se encontraron 12 especies de cladóceros, pertenecientes a 11 géneros y 7 familias en el Lago Chongón (Tabla 3). Estas especies comprenden: *Chydorus sphaericus* Müller, 1785; *Kurzia latissima* Kurz, 1874; *Leydigiopsis brevisrostris* Brehm, 1938; *Alonella nana* Baird, 1843; *Bosmina longirostris* O.F. Müller, 1776; *Moina micrura* Kurz, 1874; *Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885; *Simocephalus vetulus* OF Müller, 1776; *Simocephalus acutifrons* Johnson, 1954; *Diaphanosoma brachyurum* Liévin, 1848; *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1882 y *Drepanothrix dentata* Eurén, 1861.

Tabla 3. Especies de cladóceros identificadas en el lago Chongón, Guayas.

FAMILIAS	ESPECIES
	<i>Chydorus sphaericus</i> Müller, 1785
Chydoridae	<i>Kurzia latissima</i> Kurz, 1874
	<i>Leydigiopsis brevisrostris</i> Brehm, 1938
	<i>Alonella nana</i> Baird, 1843
Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller, 1776
Moinidae	<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874
	<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1885
Daphnidae	<i>Simocephalus vetulus</i> OF Müller, 1776
	<i>Simocephalus acutifrons</i> Johnson, 1954
Sididae	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Liévin, 1848
Ilyocryptidae	<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick 1882
Macrothricidae	<i>Drepanothrix dentata</i> Eurén, 1861

Frecuencia, Abundancia y Diversidad de cladóceros de las zonas litoral y limnética del lago Chongón

La zona litoral presentó 10 especies de cladóceros pertenecientes a 10 géneros y 7 familias. La mayor densidad poblacional fue para *Moina micrura*.

Kurz, 1874, con 4094 org./m³, en tanto que, la menor densidad poblacional fue para *Bosmina longirostris* O.F. Müller, 1776, con 63 org./m³. La densidad poblacional total de cladóceros para esta zona alcanzó los 12648 org./m³.(Tabla 4; y Figuras 4 y 5).

La zona limnética presentó 11 especies de cladóceros que corresponden a 10 géneros y 6 familias. La mayor densidad poblacional la registró *Moina micrura* Kurz, 1874, con 6451 org./m³. Las menores densidades poblacionales fueron observadas en 3 especies: *Leydigiopsis brevisrostris* Brehm, 1938; *Simocephalus acutifrons* Johnson, 1954; y *Diaphanosoma brachyurum* Liévin, 1848, con 1 org./m³ respectivamente. La densidad poblacional de cladóceros para la zona limnética alcanzó los 6738 org./m³.(Tabla 5; y Figuras 8 y 9).

Tabla 4. Densidades poblacionales de las zonas litoral y limnética de cladóceros presentes en el lago Chongón, Guayas.

FAMILIAS	ESPECIES	ZONA LITORAL	ZONA LIMNÉTICA
		TOTAL (org./m ³)	TOTAL (org./m ³)
Chydoridae	<i>Chydorus sphaericus</i> Müller, 1785	1844	116
	<i>Kurzia latissima</i> Kurz, 1874	2094	4
	<i>Leydigiopsis brevisrostris</i> Brehm, 1938	1146	1
	<i>Alonella nana</i> Baird, 1843	656	3
Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller, 1776	63	151
Moinidae	<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	4094	6451
Daphnidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1885		3
	<i>Simocephalus vetulus</i> OF Müller, 1776	1813	2
	<i>Simocephalus acutifrons</i> Johnson, 1954		1
Sididae	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Liévin, 1848	188	1
Ilyocryptidae	<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick 1882	250	
Macrothricidae	<i>Drepanothrix dentata</i> Eurén, 1861	500	5
TOTAL		12648	6738



Figura 4. Densidades poblacionales de las especies de cladóceros de las zonas litoral y limnética del lago Chongón, Guayas. (org/m³).

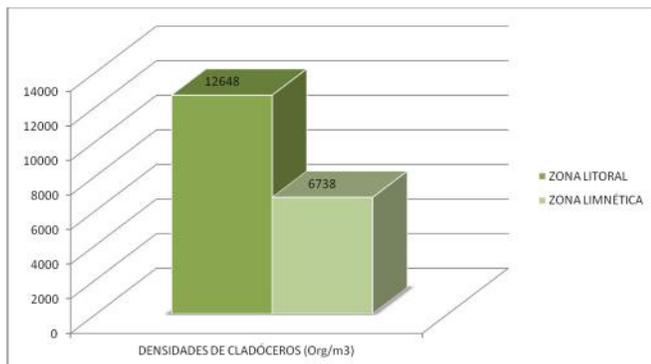


Figura 5. Densidades poblacionales de cladóceros de las zonas litoral y limnética del lago Chongón, Guayas. (org/m³).

La familia Chydoridae está representada con 4 especies correspondientes a 4 géneros, lo que le da el 33% de las especies encontradas. Le sigue la familia Daphnidae, con 3 especies pertenecientes a 2 géneros, que equivalen al 25% de especies halladas. (Tabla 5; y Figuras 6 y 7). El resto de familias: Bosminidae, Moinidae, Sididae, Ilyocryptidae y Macrothricidae estuvieron representadas por 1 especie y 1 género respectivamente, es decir, el 8% de las especies encontradas en el lago. (Tabla 5; y Figuras 6 y 7).

Tabla 5. Número de especies de cladóceros del lago Chongón, Guayas.

FAMILIAS	GÉNEROS	ABUNDANCIA (%)	ESPECIES	ABUNDANCIA (%)
Chydoridae	4	36	4	33
Bosminidae	1	9	1	8
Moinidae	1	9	1	8
Daphnidae	2	18	3	25
Sididae	1	9	1	8
Ilyocryptidae	1	9	1	8
Macrothricidae	1	9	1	8
TOTAL	11		12	



Figura 6. Cantidad de especies por familias de cladóceros presentes en el lago Chongón, Guayas.

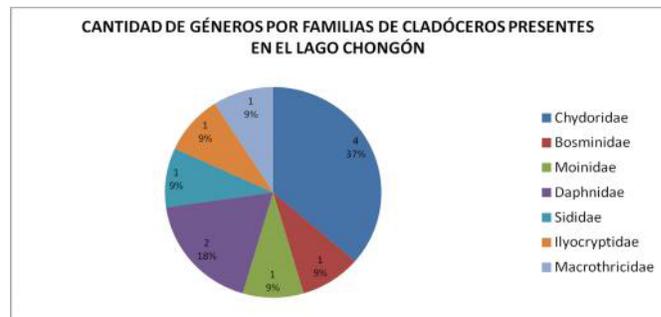


Figura 7. Cantidad de géneros por familias de Cladóceros presentes en el lago Chongón, Guayas.

Los parámetros comunitarios tales como, la constancia numérica o frecuencia absoluta y la dominancia numérica o abundancia, determinaron que en la zona litoral existen 4 especies constantes, 2 especies accesorias y 4 especies accidentales en los muestreos. Las especies constantes o frecuentes fueron: *Kurzia latissima* Kurz, 1874; *Leydigiaopsis brevis* Brehm, 1938; *Simocephalus vetulus* OF Müller, 1776 y *Moina micrura* Kurz, 1874. La dominancia numérica o abundancia para esta zona determinó una especie accesoria y las 9 especies restantes

como accidentales. La especie accesoria fue: *Moina micrura* Kurz, 1874, con el 32.37% de

dominancia. (Tabla 6; y Figuras 8 y 9).

Tabla 6. Parámetros comunitarios de los cladóceros de la zona litoral del lago Chongón, Guayas.

Especies	Densidad (org/m3)	ZONA LITORAL		Frecuencia Absoluta		Abundancia	
		Nº presencias en muestras	Total de muestras	Constancia Numérica (%)	Dominancia Numérica (%)		
<i>Chydorus sphaericus</i> Müller, 1785	1844	2	4	50	accesorio	14,58	accidental
<i>Kurzia latissima</i> Kurz, 1874	2094	4	4	100	constante	16,56	accidental
<i>Leydigopsis brevisrostris</i> Brehm, 1938	1146	3	4	75	constante	9,06	accidental
<i>Alonella nana</i> Baird, 1843	656	2	4	50	accesorio	5,19	accidental
<i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller, 1776	63	1	4	25	accidental	0,5	accidental
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	4094	3	4	75	constante	32,37	accesorio
<i>Simocephalus vetulus</i> OF Müller, 1776	1813	3	4	75	constante	14,33	accidental
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Liévin, 1848	188	1	4	25	accidental	1,49	accidental
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick 1882	250	1	4	25	accidental	1,98	accidental
<i>Drepanothrix dentata</i> Eurén, 1861	500	1	4	25	accidental	3,95	accidental
TOTAL	12648						

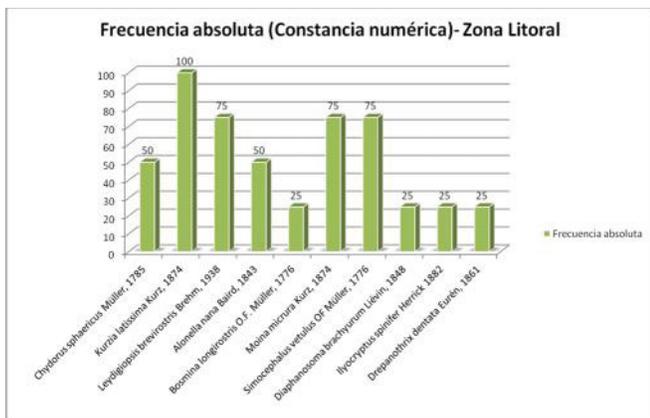


Figura 8. Constancia numérica (frecuencia absoluta) de la comunidad de cladóceros de la zona litoral del lago Chongón, Guayas.

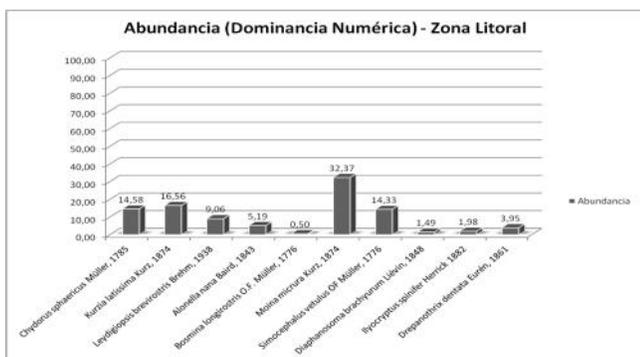


Figura 9. Dominancia numérica (abundancia) de la comunidad de cladóceros de la zona litoral del lago Chongón, Guayas.

La constancia numérica o frecuencia absoluta para la zona limnética determinó a 2 especies constantes o frecuentes, 2 especies accesorias y 7 especies accidentales en los muestreos realizados. Las especies constantes o frecuentes fueron: *Chydorus sphaericus* Müller, 1785 y *Moina micrura* Kurz, 1874. La dominancia numérica o abundancia para esta zona determinó una especie dominante y las 10 especies restantes como accidentales. La especie dominante o abundante fue *Moina micrura* Kurz, 1874, alcanzando el 95.74% de dominancia. (Tabla 7; y Figuras 10 y 11).



Figura 10. Constancia numérica (frecuencia absoluta) de la comunidad de cladóceros de la zona limnética del lago Chongón, Guayas.

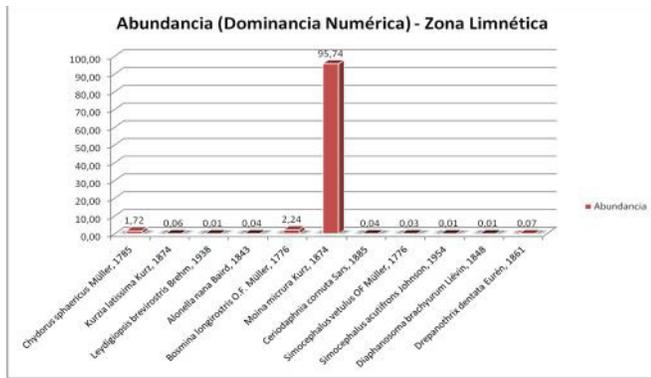


Figura 11. Dominancia numérica (abundancia) de la comunidad de cladóceros de la zona limnética del lago Chongón, Guayas

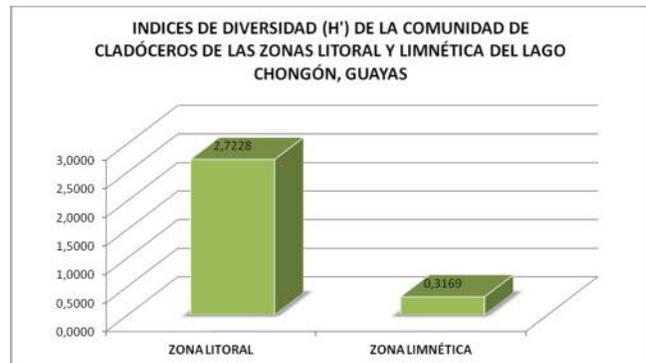


Figura 12. Índices de diversidad de la comunidad de cladóceros de las zonas litoral y limnética del lago Chongón, Guayas.

La diversidad de cladóceros en el lago Chongón medida con el índice de Shanon- Wiener mostró unos valores de $H' = 2.2440$ bitios y una equitatividad de $E = 0.6259$; la diversidad máxima para el lago es de $H'_{\text{máx}} = 3.5850$. Para la zona litoral el índice fue de $H' = 2.7228$ bitios con una equitatividad de $E = 0.8197$; con una diversidad máxima para esta zona de $H'_{\text{máx}} = 3.3219$ bitios. La zona limnética tuvo un valor de $H' = 0.3169$ bitios y una equitatividad de $E = 0.0916$; con diversidad máxima para esta zona de $H'_{\text{máx}} = 3.4594$ bitios. La abundancia de cladóceros para el lago Chongón es 2.5656. La zona litoral tuvo una abundancia de 2.1940 y la zona limnética 2.6120. (Tablas 8 y 9; y Figuras 12 y 13).

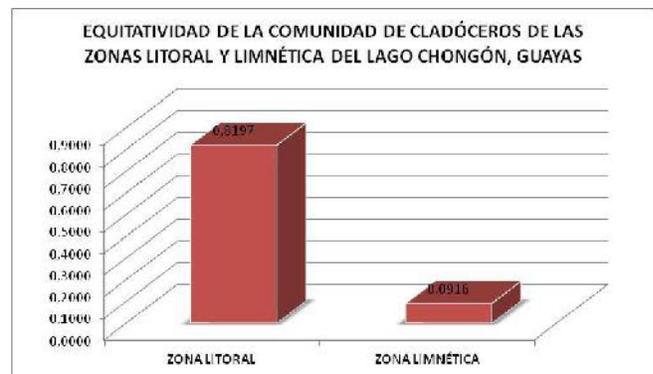


Figura 13. Equitatividad de la comunidad de cladóceros de las zonas litoral y limnética del lago Chongón, Guayas.

Tabla 8. Datos de la comunidad de cladóceros del lago Chongón, Guayas y de sus zonas litoral y limnética; valores de abundancia, índice de Shanon- Wiener y equitatividad.

COMUNIDAD	S	N	S-1/logN	$H' = -\sum \frac{p_i}{\log 2}$	E
LAGO CHONGÓN	12	19386	2,5656	2,244	0,6259
ZONA LITORAL	10	12648	2,194	2,7228	0,8197
ZONA LIMNÉTICA	11	6738	2,612	0,3169	0,0916

Tabla 9. Diversidad máxima ($H'_{\text{máx}}$) de cladóceros del lago Chongón, Guayas y para las zonas litoral y limnética.

COMUNIDAD	S	$H'_{\text{máx}}$
LAGO CHONGÓN	12	3,585
ZONA LITORAL	10	3,3219
ZONA LIMNÉTICA	11	3,4594

Tratamiento Taxonómico

Chydorus sphaericus Müller, 1785
(Figura 14)

Familia Chydoridae, Stebbing
 Género *Chydorus* Leach, 1816
Lynceus sphaericus O.F. Müller, 1776
 Sin.: *Chydorus arcticus* Roen, 1987
 Sin.: *Chydorus coelatus* Werestchagin, 1913
 Sin.: *Chydorus lynceus* Langhans, 1911
 Sin.: *Chydorus mutilus* Kreis, 1921
 Sin.: *Monoculus infusorius* Schrank, 1781

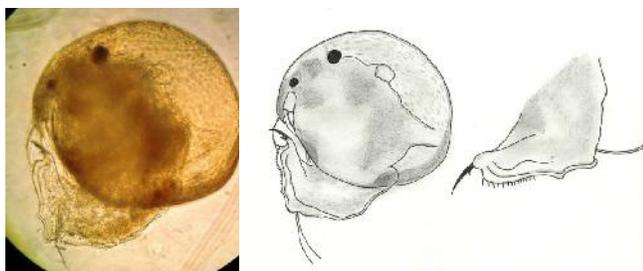


Figura 14. a) Microfotografía de *Chydorus sphaericus* Müller, 1785; b) Dibujo de su morfología y detalle del postabdomen.

El cuerpo es ligeramente más largo que alto. Longitud aproximada: 0.25-0.50 mm. Rostro con una diminuta escotadura terminal. Quilla del labro triangular con el margen ventral sinuoso y el extremo redondeado. La antena presenta denticulos terminales diminutos; fórmula antenal: 0-0-3(1)/0-1-3(1). Caparazón con el margen ventral desprovisto de sedas en el abultamiento ventral; serie posterior de sedas ventrales con inserción submarginal; margen posterior con sétulas submarginales sólo en el tercio inferior; ángulo posterodorsal prominente. Postabdomen aproximadamente el doble de largo que de ancho, con la porción preanal más corta que la anal; margen dorsal con 8-10 denticulos marginales aislados; los lados poseen series curvas de espínulas; 2-3 grupos de espínulas en la porción preanal; la garra terminal posee el pecten distal con las espínulas notablemente mayores que las del pecten proximal. (Alonso, 1996).

Distribución.- Actualmente se considera el cladóceros más extendido a nivel mundial. (Alonso, 1996). En el lago estuvo presente principalmente en la zona litoral con una densidad de 1844 org/m³.

***Kurzia latissima* Kurz, 1874**
(Figura 15)

Familia Chydoridae, Stebbing
Género *Kurzia* Dybowski & Grochowski, 1894
Alonopsis latissima Kurz, 1875
Sin.: *Alona angusticaudata* Hudendorff, 1876

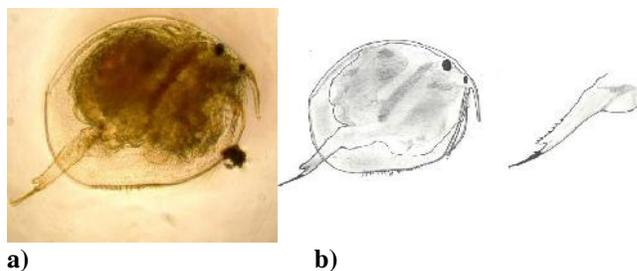


Figura 15. a) Microfotografía de *Kurzia latissima* Kurz, 1874; b) Dibujo de su morfología y detalle del postabdomen.

Forma general subrectangular. Rostro corto, con anténulas casi alcanzando sus extremidades. Labro subtriangular, con margen anterior curvada. Postabdomen estrecho distalmente, con ángulo distal poco evidente y un grupo de espínulas marginales, al cual siguen 6-9 grupos, que se tornan menores proximalmente; grupos de espículas laterales delicadas. Garra con una espina basal, dos veces más larga que la base de la garra. Longitud aproximada: 0.76 mm. (Alonso, 1996).

Distribución.- Desde México hasta Brasil. (Elmoor-Loureiro, 2006). En el lago estuvo presente casi exclusivamente en la zona litoral con una densidad de 2094 org/m³.

***Leydigopsis brevirostris* Brehm, 1938**
(Figura 16)

Familia Chydoridae, Stebbing
Género *Leydigopsis* Sars, 1901

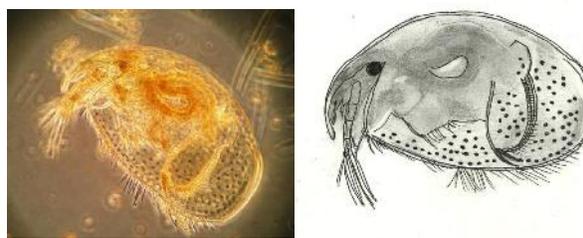


Figura 16. a) Microfotografía de *Leydigopsis brevirostris* Brehm, 1938; b) Dibujo de su morfología.

Rostro corto, un poco más largo que la anténula, las cerdas sensoriales sobrepasan su extremidad. Margen anterior del labro lisa, con 2 grupos de setas. Postabdomen grande, con ángulo preanal pronunciado; de cada lado, cerca de 22-23

dentículos anales decrecientes proximalmente y una hilera de grupos de espículas. Garras con pequeño y fuerte espina basal. Longitud aproximada: 0.7 – 0.83 mm. (Alonso, 1996).

Distribución.- América del Sur. (Elmoor-Loureiro, 2006). En el lago estuvo presente en la zona litoral con una densidad de 1146 org/m³.

***Alonella nana* Baird, 1843**

(Figura 17)

Familia Chydoridae, Stebbing

Género *Alonella* Sars, 1862

Acroperus nana Baird, 1843

Sin.: *Alona pygmaea* Sars, 1862

Sin.: *Pleuroxus transversa* Schödler, 1862

Sin.: *Pleuroxus tusnadiensis* Daday, 1883

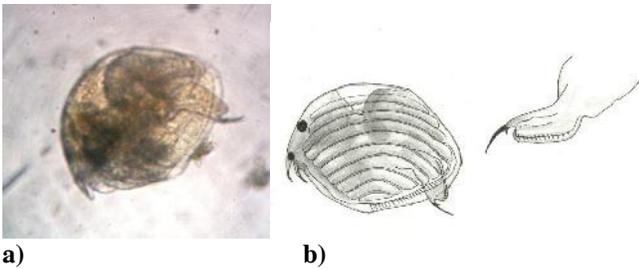


Figura 17. a) Microfotografía de *Alonella nana* Baird, 1843; b) Dibujo de su morfología y detalle del postabdomen.

Cuerpo ligeramente alargado, 1.2 – 1.3 veces más largo que alto; ángulo posterodorsal marcado. Es el euricércido de menor tamaño, longitud máxima: 0.26 mm. El caparazón presenta una ornamentación acusada en la superficie; el ángulo posteroventral tiene indentaciones más o menos definidas. Ojo mayor que el ocelo. Escudo cefálico con la parte anterior a la inserción de las mandíbulas casi tan larga como la posterior; máxima anchura se sitúa inmediatamente por detrás de dicha inserción; dos poros cefálicos. Fórmula antenal: 0(1)-0-3(1)/1-1-3(1). El postabdomen presenta su máxima altura en la región preanal; ángulo preanal bien marcado. (Alonso, 1996).

Distribución.- En el lago se presentó mayor densidad en la zona litoral con un valor de 656 org./m³.

***Bosmina (Bosmina) longirostris* O.F. Müller,**

1776

(Figura 18)

Familia Bosminidae Baird, 1845

Género *Bosmina* Baird, 1845

Subgénero *Bosmina* Baird, 1845

Lynceus longirostris O.F. Müller, 1776

Sin.: *Bosmina africanaaustralis* Methuen, 1911

Sin.: *Bosmina arostris* Schiklejew, 1930

Sin.: *Bosmina brevicornis* Hellich, 1877

Sin.: *Bosmina curvirostris* Fischer, 1854

Sin.: *Bosmina japonica* Poppe & Richard, 1890

Sin.: *Bosmina pelágica* Stingelin, 1895

Sin.: *Bosmina pellucida* Stingelin, 1895

Sin.: *Bosmina stuhlmanni* Weltner, 1898

Sin.: *Garbinia adriani* Grochowski, 1910

Sin.: *Monoculus cornuta* Jurine, 1820

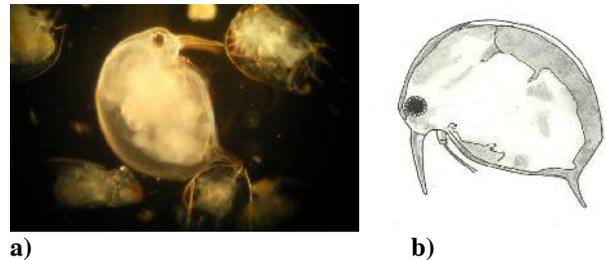


Figura 18. a) Microfotografía de *Bosmina (Bosmina) longirostris* O.F. Müller, 1776; b) Dibujo de su morfología.

El género *Bosmina* se caracteriza por tener las dos expansiones cónicas del rostro de la hembra separadas desde su base; la seda antenular sale al exterior por un poro situado en el yelmo cefálico, relativamente alejado de la base de las prolongaciones rostrales; la garra del postabdomen posee dos péctemes, el proximal formado por dentículos más gruesos que el distal; el postabdomen del macho es similar al de la hembra. Longitud aproximada: 0.25 – 0.7 mm. (Alonso, 1996).

Distribución.- Principalmente en la zona limnética con una densidad de 151 org./m³.

***Moina micrura* Kurz, 1874**

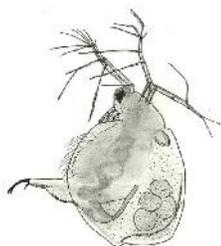
(Figura 19)

Familia Moinidae Goulden, 1968

Género *Moina* Baird, 1850



a) **Figura 19.** a) Microfotografía de *Moina micrura* Kurz, 1874; b) Dibujo de su morfología.



Caparazón cubriendo el cuerpo y las patas. Anténula no fusionada con el rostrum, unida posteriormente en la superficie ventral de la cabeza, no segmentada. Depresión supraocular. Una rama de la antena con cuatro segmentos y la otra con tres. Anténula móvil, colocada en el borde posterior de la cabeza. Longitud aproximada: 0.5-0.7 mm. Garra sin denticulos gruesos. Ocelo ausente. Segmento distal de las ramas de la antena con tres setas. (Alonso, 1996).

Distribución.- Presente en todo el lago con densidades de 4094 org./m³ y 6451 org./m³ en la zona litoral y limnética respectivamente.

***Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885**

(Figura 20)

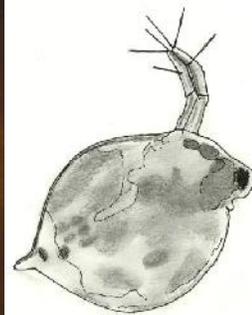
Familia Daphnidae Straus, 1820

Género *Ceriodaphnia* Dana, 1853

Sin.: *Ceriodaphnia cornigera* Jiang Xiezhi, 1977



a) **Figura 20.** a) Microfotografía de *Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885; b) Dibujo de su morfología.



Se caracteriza por poseer un cuerpo redondeado y pequeño. La cabeza es estrecha y alargada, con o sin cuerno frontal. El ojo compuesto es pequeño y el ocelo es puntiforme. Las primeras antenas, o anténulas, son pequeñas y presentan poca movilidad. El borde dorsal de las valvas es ligeramente convexo y su ángulo superior forma una hendidura conocida como seno cervical, que separa claramente la cabeza del cuerpo. Las valvas poseen campos hexagonales visibles y terminan en una espina poco pronunciada. El post-abdomen se angosta ligeramente hacia su extremo distal y posee en el borde anal de 6 a 8 espinas, ligeramente dobladas, cuyo tamaño disminuye en sentido dorsal. La garra terminal es lisa. La longitud de la hembra es variable y puede oscilar entre 0,35 y 0,6mm. (Alonso, 1996).

Distribución.- *C. cornuta* es una de las pocas especies verdaderamente limnéticas del trópico y se reconoce como la única especie euritópica de la familia Daphnidae, ya que es frecuente y abundante en distintos hábitats de agua dulce. (Alonso, 1996). Presente en la zona limnética del lago con una densidad de 3 org./m³.

***Simocephalus vetulus* O.F. Müller, 1776**

(Figura 21)

Familia Daphnidae Straus, 1820

Género *Simocephalus* Schoedler, 1858

Daphnia vetulus O.F. Müller, 1776

Sin.: *Daphnia brandti* Fischer, 1848

Sin.: *Daphnia sima* O.F. Müller, 1785
 Sin.: *Monoculus nasutus* Jurine, 1820
 Sin.: *Simocephalus angustifrons*, Lilljeborg, 1901
 Sin.: *Simocephalus beianensis* Shi Xinlu & Shi Xinbai, 1994
 Sin.: *Simocephalus gebhardti* Panyi, 1955
 Sin.: *Simocephalus hungaricus* Panyi, 1956

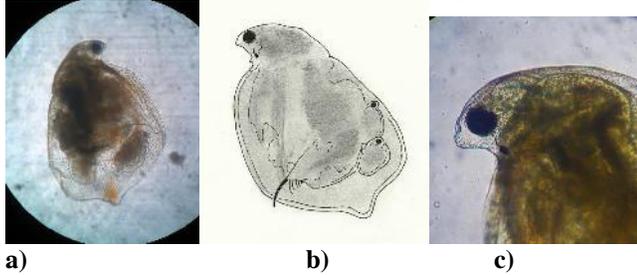


Figura 21. a) Microfotografía de *Simocephalus vetulus* O.F. Müller, 1776; b) Dibujo de su morfología; c) Detalle de la cabeza.

Margen ventral del caparazón redondeado y no pigmentado. Seno cervical. Con rostrum. Segundo segmento de la segunda antena con una espina apical. Caparazón con estrías transversales. Garra con una fila de espínulas finas, sin pecten proximal. Vértice redondeado uniformemente sobre el ojo compuesto y sin estrías o espínulas. Ocelo alargado. (Alonso, 1996).

Distribución.- Cosmopolita. (Alonso, 1996). Casi exclusivamente en la zona litoral con una densidad de 1813 org./m³.

***Simocephalus acutifrons* Johnson, 1954**
(Figura 22)

Familia Daphnidae Straus, 1820
 Género *Simocephalus* Schoedler, 1858
Simosa brehmi Gauthier, 1939
 Sin.: *Simocephalus brehmi* Gauthier, 1939

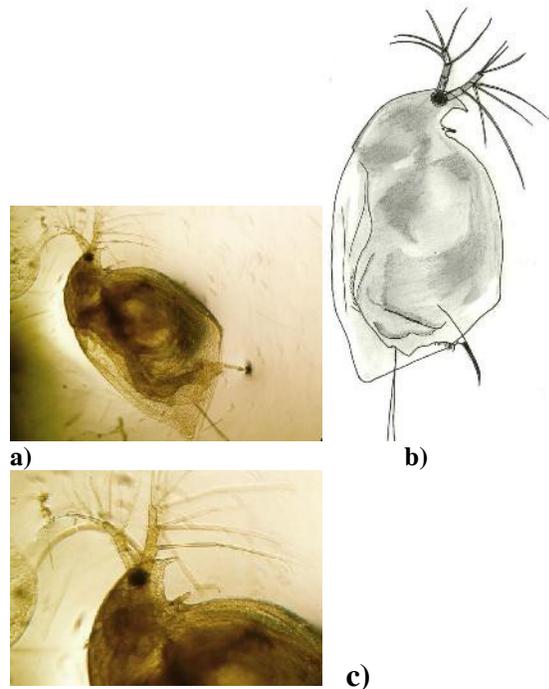


Figura 22. a) Microfotografía de *Simocephalus acutifrons* Johnson, 1954; b) Dibujo de su morfología; c) Detalle de la cabeza.

El cuerpo es robusto con la cabeza pequeña y con un rostrum puntiagudo. El ojo compuesto está desarrollado; el ocelo es romboidal y se encuentra cerca de la base de las anténulas. El borde ventral de las valvas se pronuncia describiendo una línea ligeramente recta desde el ángulo superior hasta el infra -posterior. A partir de este último, el margen ventral como el dorsal se estrechan ligeramente, formando una protuberancia o evaginación robusta bordeada con una serie de dientes triangulares. El postabdomen es ancho con dos fisuras y once espinas dentiformes que decrecen en longitud, siendo las proximales más fuertes. (Alonso, 1996).

Distribución.- Especie rara para el lago y solamente se la encontró en la zona limnética con una densidad de 1 org./m³.

***Diaphanosoma brachyurum* Liévin, 1848**
(Figura 23)

Familia Sididae Baird, 1850
 Género *Diaphanosoma* Fischer, 1850
Sida brachyurum Liévin, 1848

Sin.: *Diaphanosoma brandtianum* Fischer, 1850
Sin.: *Diaphanosoma leuchtenbergianum* Fischer, 1850
Sin.: *Diaphanosoma perarmatum* Brehm, 1933

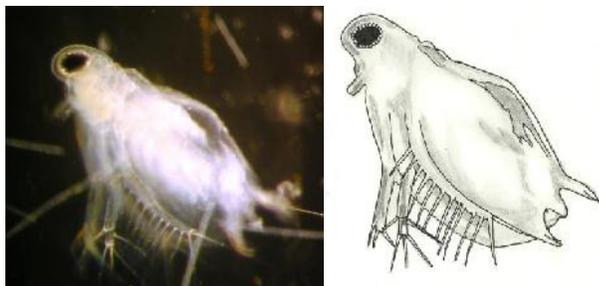


Figura 23. a) Microfotografía de *Diaphanosoma brachyurum* Liévin, 1848; b) Dibujo de su morfología.

Tiene una forma oval, y es dos veces más largo que ancho. Su cabeza representa aproximadamente un tercio de la longitud total del cuerpo. Perteneció al género que se caracteriza por no tener rostrum. Un ojo compuesto grande está situado en la parte delantera de la cabeza, uniformemente redondeado. El primer par de antenas son muy largas, llegando más allá de la punta del abdomen, y está equipada con cerdas a lo largo de casi toda la longitud del margen. El postabdomen es pequeño y delgado y tiene tres denticulos gruesos unidos a la garra abdominal. Longitud aproximada: 0.6 - 1.3 mm. (Alonso, 1996).

Distribución.- Especie encontrada en la zona litoral con una densidad de 188 org./m³.

***Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1848**
(Figura 24)

Familia Ilyocryptidae Smirnov, 1992
Género *Ilyocryptus* Sars, 1862
Sin.: *Acanthocercus immundus* Ihering, 1895
Sin.: *Ilyocryptus tetraspinatus* Bargamin, 1939
Sin.: *Ilyocryptus verrucosus* Daday, 1905
Sin.: *Ilyocryptus halyi* Brady, 1886
Sin.: *Ilyocryptus longiremis* Sars, 1888

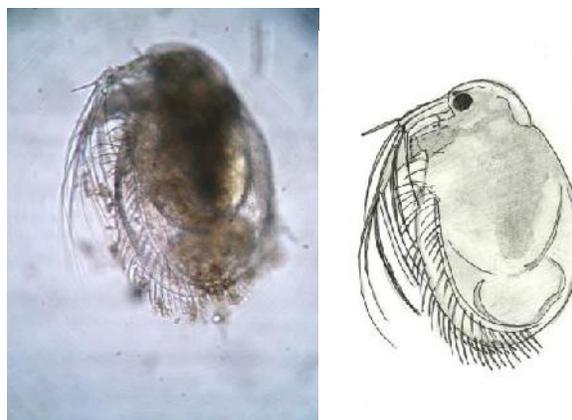


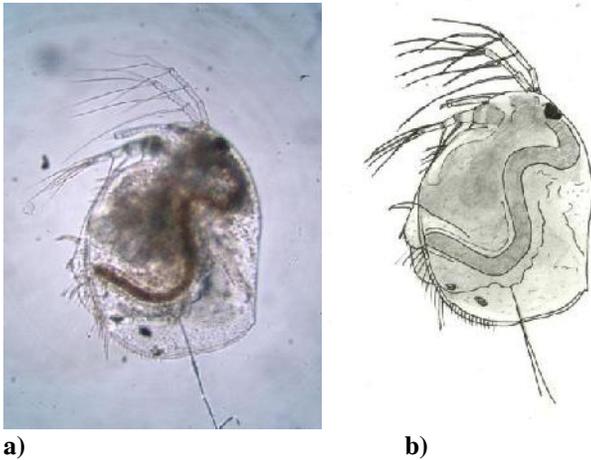
Figura 24. a) Microfotografía de *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1848; b) Dibujo de su morfología.

Longitud: 0.50-0.55 mm. Coloración rojiza. Cuerpo subtriangular, borde dorsal ascendente y recto, el ventral curvo, provisto de setas plumosas que continúan hasta el posterior; cada seta con una pequeña espínula basal; ángulo posteroventral redondeado y ensanchado, valvas con líneas de crecimiento concéntricas. Anténulas alargadas y móviles, con cuatro setas terminales sensitivas más pequeñas; antenas con setas natatorias muy largas. Postabdomen grande, ancho y lateralmente comprimido. (Alonso, 1996).

Distribución.- En regiones tropicales y subtropicales del mundo. Únicamente en la zona litoral con una densidad de 250 org./m³.

***Drepanothrix dentata* Eurén, 1861**
(Figura 25)

Familia Macrothricidae Norman & Brady, 1867
Género *Drepanothrix* Sars, 1862
Acantholeberis dentata Eurén, 1861
Sin.: *Drepanothrix hamata* Sars, 1862
Sin.: *Drepanothrix obsoleta* Sars, 1891
Sin.: *Drepanothrix setigera* Sars, 1862



a) **Figura 25.** a) Microfotografía de *Drepanothrix dentata* Eurén, 1861; b) Dibujo de su morfología.

Cuerpo 1.4 veces más largo que alto. Longitud máxima: 0.8 mm. El escudo cefálico presenta una depresión cervical muy señalada donde se aloja un poro cefálico; fónices bien marcados desde la inserción de las mandíbulas hasta el rostro; porción posterior a la depresión cervical carenada. Ojo mayor que el ocelo. Anténula con el máximo grosor en la mitad: cara ventral provista de series transversales de pequeñas sétulas. Fórmula antenal: 0-0(1)-0-3(1)/1- 1-3(1). Caparazón con la superficie reticulada; contorno general redondeado; margen dorsal carenado y con una escotadura muy marcada (es el carácter más conspicuo de esta especie); margen ventral aserrado y con sedas muy largas y robustas que se extienden por el margen posterior; mientras que el ángulo posteroventral se halla poco señalado, el posterodorsal aparece bien marcado. Postabdomen corto y alto; porción preanal alta y curvada, provista de grupos de espinas y espínulas; sedas abdominales con la base tan larga como el postabdomen. Garra tres veces más corta que la máxima altura del postabdomen; un único denticulo basal más corto que la base de la garra. (Alonso, 1996).

Distribución.- Común para la zona litoral con una densidad de 500 org./m³.

Parámetros abióticos del lago Chongón

La transparencia fue escasa en todo el lago, los valores promedios del disco Secchi de la zona litoral fueron 0.45m, con un rango entre 0.35m y

0.55m; en tanto que para la zona limnética fueron de 0.66m, con un rango entre 0.6m y 0.7m. (Tabla 3 y Figura 26).

La temperatura no mostró variaciones significantes, manteniéndose en todo el lago a una temperatura promedio de 29.5°C, con una mínima de 28.5°C y una máxima de 30°C. (Tabla 3 y Figura 27).

La salinidad varió entre las dos zonas registrando 3°00 de promedio para la zona litoral con un rango entre 2°00 y 5°00. La zona limnética se mantuvo con un valor de 1°00. (Tabla 3 y Figura 28).

El pH durante todo el muestreo mantuvo a un valor constante de 6.5, muy cercano a la neutralidad. (Tabla 3 y Figura 29).

El pH durante todo el muestreo mantuvo a un valor constante de 6.5, muy cercano a la neutralidad. (Figura 29).

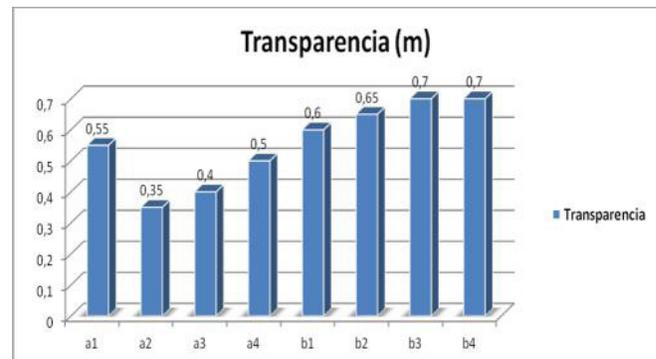


Figura 26. Transparencia de las estaciones de muestreo del lago Chongón, Guayas.

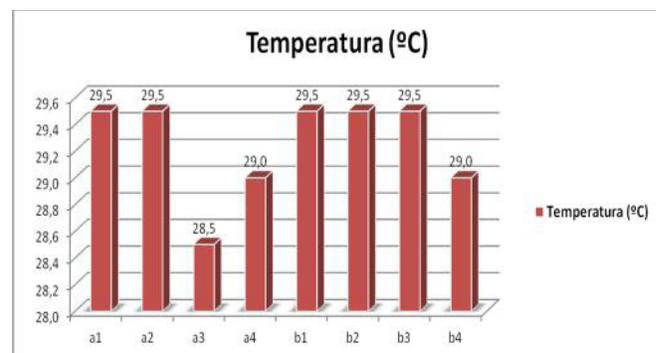


Figura 27. Temperatura de las estaciones de muestreo del lago Chongón, Guayas.

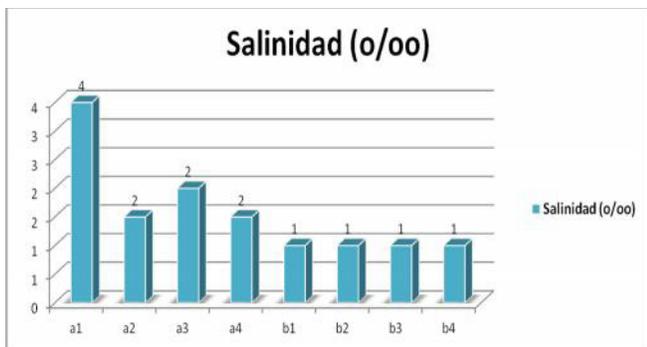


Figura 28. Salinidad de las estaciones de muestreo del lago Chongón, Guayas.

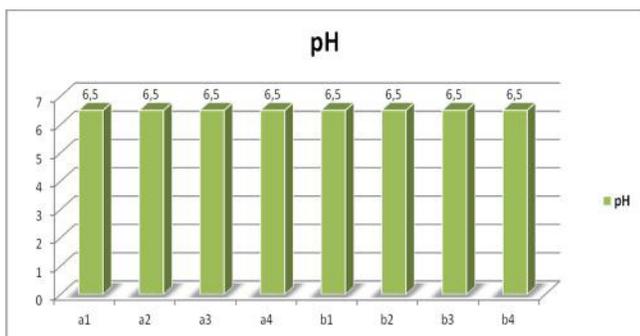


Figura 29. pH de las estaciones de muestreo del lago Chongón, Guayas.

4. Conclusiones

1. La densidad poblacional de cladóceros en el lago Chongón registró mayor valor en la zona litoral en relación a la limnética, con 12648 org/m³ y 6738 org/m³ respectivamente.
2. La diversidad obtuvo un índice alto, con H²= 2.2440 bitios y una equitatividad de E=0.6259. Los índices de diversidad para las zonas litoral y limnética, muestran una diferencia notable a favor de la zona litoral con un valor de H²= 2.7228 bitios y una equitatividad de E=0.8590 versus H²=0.3169 bitios y E= 0.0954 para la zona limnética. Esto confirma la hipótesis que sostiene que la zona litoral presenta una mayor densidad y diversidad de cladóceros.
3. La especie más abundante en todo el lago y presente en ambas zonas fue *M. micrura*. Alcanzando una dominancia numérica del 95.74% en la zona limnética. Se trata

de una especie de hábito bentónico-planctónico, lo que explica su gran distribución espacial.

4. Los parámetros comunitarios reflejaron una constancia numérica o frecuencia absoluta alta para 4 especies en la zona litoral: *K. latissima*, *L. brevisrostris*, *S. vetulus* y *M. micrura*. Son especies de hábitos bentónicos en su mayoría a excepción de *M. micrura* que también es planctónica.
5. La zona limnética a pesar de presentar un mayor número de especies de cladóceros, con 11 de las 12 especies identificadas, tan sólo *M. micrura* tuvo una presencia significativa al ser dominante numéricamente. Las restantes 10 especies solo obtuvieron valores muy bajos, considerándoseles como accidentales para esta zona.
6. La presencia de un gran número de especies accidentales en la zona limnética puede explicarse por el hecho de coincidir los muestreos con la época lluviosa del área de estudio, lo que incide en la circulación del agua y aumento de la cobertura de macrófitas flotantes, que reducen mucho la zona limnética y son responsables del transporte de las especies que se fijan en ellas.
7. La familia de cladóceros más representada y diversa en el lago Chongón es la Chydoridae, con una presencia de 4 especies pertenecientes a 4 géneros, seguida por la Daphnidae, con 3 especies pertenecientes a 2 géneros.
8. Existe una relación directa entre la presencia de macrófitas y la diversidad de especies de hábitos bentónicos, como son las pertenecientes a la familia Chydoridae, Ilyocryptidae, Macrothricidae, Moinidae y el género *Simocephalus* de la familia Daphnidae. Esto se manifiesta en la zona litoral del lago, en donde la presencia de macrófitas es abundante, sumándose además la mayor concentración de materia orgánica, evidenciada en los

valores de la transparencia del agua, con un promedio de 0.45m para esta zona.

9. El embalse representa un ecosistema rico en diversidad de cladóceros, los cuales al ser pertenecientes a los primeros eslabones de la red alimentaria reflejan su buena salud y sostenibilidad.

5. Recomendaciones

1. Se recomienda efectuar más estudios del zooplancton en el lago Chongón, para profundizar el conocimiento acerca de su composición, diversidad y distribución.
2. Realizar estudios de diversidad en la época seca, donde las condiciones son totalmente diferentes y así obtener otros resultados.
3. El embalse como ecosistema, debe ser conservado de la manera más técnica posible para evitar el deterioro del mismo, controlando y monitoreando la calidad del agua de sus vertientes y contaminación; así como también la actividad de origen antrópico, como la pesca y la agricultura, que directa o indirectamente repercute en su salud.

Referencias

- [1] **Alonso, M.** 1996. Crustacea: Branchiopoda. En: Fauna Ibérica, vol. 7. Ramos, M. A. *et al.*, (Eds). Museo de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 486 pp.
- [2] **Andrade, C.** 2007. Cambios de la densidad de los Cladóceros *P. avirrostris* y *E. tergentina* durante las épocas cálidas y frías (dic.2004 y nov.2005) en la Bahía de Santa Elena (La Libertad-Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol.14. N° 1.
- [3] **Balcer, M.D., N.L. Korda, and S.I. Dodson.** 1984. Zooplankton of the Great Lakes: A Guide to the Identification and Ecology of the Common Crustacean Species. University of Wisconsin Press. 174pp.
- [4] **Brooks, J.L.** 1957. The systematics of North American Daphnia. The Academy. New Haven, CT.
- [5] **Casallas, J. y G. Gunkel.** 2001. Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino: el lago San Pablo, Ecuador. Asociación Española de Limnología, Madrid. España. ISSN: 021 3-8409. Limnetica 20(2): 215-232.
- [6] **Dole-Olivier, M.; D. M. P. Galassi; P. Marmonier & M. Creuzé Des Châtelliers.** 2000. The biology and ecology of lotic microcrustaceans. Freshwater Biology. V.44, 63-91.
- [7] **Edmondson, W. T. ed.** 1959. Fresh-water Biology. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [8] **Elmoor-Loureiro LMA.** 1997. Manual de identificação dos cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universa. Brasília, Brasil. 156 pp.
- [9] **Fryer, G.,** 1987a. Morphology and the classification of the so-called Cladocera. Hydrobiologia 145: 19 - 28.
- [10] **Haney, JF & Hall, DJ.** 1973. Sugar coated Daphnia: a preservation technique for Cladocera. Limnology and Oceanography, vol. 18, pp. 331-333.
- [11] **Hebert, P.D.** 1995. The Daphnia of North America: an Illustrated Fauna. CD- ROM version 1.
- [12] **Inger, D., J. Deluque, S. Reyes & T. Sierra.** 2004. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a las macrófitas de la Ciénaga del cerro San Antonio. VI Seminario Colombiano de Limnología. Montería. Colombia.
- [13] **Jeppesen, E., T. Lauridsen, S.F. Mitchell & C.W. Burns.** 1997. Do planktivorous fish structure the zooplankton communities in New Zealand lakes. New Zeal. J. Mar. Freshwat. Res. 31:163-173.
- [14] **Jeppesen, E., T.L. Lauridsen, T. Kairesalo & M. Perrow.** 1998. Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton relationships in lakes. P. 91-115. In E. Jeppesen, Ma. Sondergaard, Mo. Sondergaard & K. Christoffersen (eds.). The structuring role of submerged macrophytes in lakes. Ecol. Stud. 131.
- [15] **Korovchinsky, N.M. & N.M. Smirnov.** 1993. Introduction to the "Cladocera". International Training Course: Zooplankton as a Tool in Lake Management. Univ. Ghent. Belgium: 39 p.
- [16] **Luzuriaga de Cruz, M.** 1998. Aporte al conocimiento del zooplancton de agua dulce y estuarina del río Guayas. Guayaquil – Ecuador. Instituto Oceanográfico de la Armada. Acta Oceanográfica del Pacífico, 9(1). p. 171 -176.
- [17] **Martin, J. W., and C. Cash-Clark.** 1995. The external morphology of the onychopod 'cladoceran' genus *Bythotrephes* (Crustacea, Branchiopoda, Onychopoda, Cercopagididae), with notes on the morphology and phylogeny of the order Onychopoda. *Zoologica Scripta* 24:61–90.

- [18] **Oliveros, O. B.** 1980. Campaña limnológica «*Keratella l*» en el río Paraná Medio. Aspectos tróficos de peces de ambientes leníticos. *Ecología* 4: 115-126.
- [19] **Paggi, J. C. y S. José de Paggi.** 1990. Zooplankton of the lotic and lentic environments of the Middle Paraná River. *Acta Limnologica Brasiliensia* 3: 685 - 719.
- [20] **Paggi, J.** 2004. Importancia de la fauna de “Cladóceros” (Crustácea, Branchiopoda) del Litoral Fluvial Argentino. Tucumán, Argentina. *INSUGEO, Miscelánea*, 12: 239 – 246.
- [21] **Pennak, R.W.** 1989. *Fresh-Water Invertebrates of the United States*. 3rd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [22] **Ramírez, F.** 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Ministerio de Comercio e Intereses Marítimos, Subsecretaría de Intereses Marítimos, República Argentina; pp. I – XXX + 1- 936, figuras 1- 270.
- [23] **Richter, S., A. Braband, N. Aladin, and G. Scholtz.** 2001. The phylogenetic relationships of “predatory waterfleas” (Cladocera: Onychopoda, Haplopoda) inferred from 12S rDNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 18:1–9.
- [24] **Starobogatov, Y. I.** 1986. Systema rakoobraznykh. *Zoologicheskii Zhurnal* 65: 1769 - 1781.
- [25] **Torres, L. & K. Rylander.** 2006. Diversity and abundance of littoral cladocerans and copepods in nine Ecuadorian highland lakes. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 54(1): 131-137.
- [26] **Villabona, S.; N. Jaime & A. Estrada.** 2011. Influencia de las macrófitas sobre la estructura poblacional de rotíferos y microcrustáceos en un plano de inundación tropical. *Rev. Biología Tropical*. Vol. 59(2): 853-870.
- [27] **Wetzel, R y Likens G.E.** 1990. *Limnological analyses*. 2° ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- [28] **Whiteside, M.C. & R.V. Harmsworth.** 1967. Species diversity in Chydorid (Cladocera) communities. *Ecology*. 48(4):664-667.

ESTUDIO MULTITEMPORAL DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO DEL SECTOR BAJO ALTO EN LA PROVINCIA DE EL ORO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Multitemporal Study Soil Use and Coverage Under the Sector High in El Oro Province Using GIS

Andrea Elina Fuentes Ubilla¹, Betty Muzzio Aroca²

Recibido el 2 de junio de 2012; recibido en forma revisada 10 de septiembre 2012, aceptado 20 de noviembre 2012

Resumen

El presente estudio comprende el análisis cuantitativo del uso de la tierra y el cambio de cobertura del suelo en la zona de Bajo Alto en la provincia de El Oro en 1977, 2003 y 2010, utilizando tecnologías de sensores remotos.

La cobertura del suelo más afectada fue el manglar, gravemente deforestada por el "boom camaronero de 1977". Manglar lideraba la tabla de distribución de la tierra en 1977 con 59% y en el 2010 tan solo representa el 18% del total de clases. Existió un accionar por parte de la comunidad en cuanto a preservación y reforestación del manglar en el período 2003 – 2010, ya que esta cobertura incrementó un 2%. Además cabe mencionar que la principal amenaza de los manglares ha sido y sigue siendo el uso del suelo en la construcción de camarónicas, esta capa lidera dentro de la distribución total del 2003 y 2010 con 76% y 77%, respectivamente.

Dentro de los cálculos se determinó que el crecimiento paulatino que Bajo Alto presenta en la capa asentamientos, se ha generado mayoritariamente por el fenómeno de El Niño y la Planta de licuefacción de Petroecuador, que genera empleos para la comuna.

Palabras claves: Manglares, asentamientos, licuefacción, sensores remotos, preservación.

Abstract

This study examines the use of GIS and Remote Sensing techniques to detect land use /cover change in Bajo Alto in the province of El Oro in 1977, 2003 and 2010.

The more significant affected coverage was mangrove, it was severely deforested, this may suggest that was caused by the "shrimp's farming boom" of 1977. Mangrove led the table of land distribution in 1977 with 59% and in 2010 only represents 18% of classes. The community has been interested in the preservation of the mangrove in the period 2003 – 2010, the evidence is presented with the increase of 2% of mangrove coverage. Also is worth to mention that the main threat to mangroves has been and still remains, the construction of shrimp pools, this layer leads in the total distribution of 2003 and 2010 with 76% and 77% respectively.

Basic statistics were used to determine the growth percent of the layer settlements, these results were related to the Gas (GLP) plant of Petro Ecuador which have been generating job opportunities to the community and moreover.

Key words: Mangroves, settlements, liquefaction, remote sensing, preservation.

¹ Egresado de la Carrera de Ingeniería Ambiental, Tesis de grado – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

² Especialista en Estudios de Impactos Ambientales, Químico y Farmacéutico, Directora Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

1. Introducción

Dentro del análisis de múltiples estudios se ha demostrado que sólo quedan pocos paisajes en la Tierra que aún se encuentran en estado natural, ya debido a las actividades antropogénicas, la superficie de la Tierra está siendo alterada de manera significativa.

El uso y cobertura del suelo de una región es el resultado de la presencia de los recursos naturales, socio – económicos y su utilización por el hombre en el tiempo y el espacio. El suelo se está convirtiendo en un recurso escaso debido a la enorme presión demográfica y agrícola. Por lo tanto, la información sobre el uso y cobertura del suelo es esencial para la selección, planificación y ejecución de planes de uso de la tierra para satisfacer la creciente demanda de las necesidades humanas básicas y el bienestar.

Teledetección o percepción remota y Sistemas de Información Geográfica (SIG) están proporcionando nuevas herramientas para la gestión del ambiente. La recolección de datos de sensores remotos facilita el análisis sinóptico de la Tierra, patrones y cambios a escala local, regional y mundial a través del tiempo. Estos datos también proporcionan un importante vínculo entre investigaciones ecológicas, la conservación y gestión de la diversidad biológica (1).

El sector de Bajo Alto en la actualidad presenta características propias de ecosistema intervenido en donde la riqueza en biodiversidad de la zona, ha sido afectada por la constante intervención humana sobre los paisajes naturales. La falta de estrategias y decisiones acertadas por parte de autoridades se ha visto reflejado mayoritariamente en el uso que se le ha dado al suelo.

El cultivo de camarón en piscinas, la pesca, la construcción y expansión de la Planta de licuefacción del Bloque 3 “Campo Amistad”, la construcción de viviendas, negocios son actividades que ejercen presión sobre la cobertura terrestre de Bajo Alto. Actualmente, desde la plataforma del Campo Amistad se producen 35 millones de pies cúbicos de gas natural por día, los cuales sirven para generar

electricidad en una planta termoeléctrica estatal en Bajo Alto. (2) La planta prevé distribuir gas para todo el sector, mejorando la infraestructura y servicios.

El cultivo de camarón en piscinas se ha desarrollado a través de los años generando ingresos económicos a Bajo Alto, pero en la otra cara de la moneda esta actividad ha ido deforestando el bosque de manglar, el cual aloja un sin número de especies propias como los bivalvos, crustáceos y otros que requieren del manglar para su reproducción y subsistencia. Esta y otras actividades han dado lugar al aumento en el consumo de la tierra, además de las alteraciones en el estado de la cubierta vegetal del suelo en el tiempo. Esto se suma a la falta de investigaciones sobre Bajo Alto con lo que respecta a sensores remotos y SIG. Investigaciones que se vuelven indispensables para evaluar cambios en el tiempo y también en la prevención de las posibles variaciones en la cubierta terrestre que pueden ocurrir.

Estudios como éste son una herramienta básica para los gestores en la planificación, al revisar esta información tendrán una fuente útil en la toma de decisiones, para mitigar los problemas ambientales, sociales y económicos asociados con el crecimiento y expansión. El presente estudio analiza el estado de la cobertura y uso del suelo de Bajo Alto en 1977, 2003 y 2010, detectando áreas que están expuestas a mayor presión y analizando en ellas la evolución de fenómenos a través del tiempo.

Justificación

De hecho, en Bajo Alto se han tratado de documentar aspectos como geología marina (4), Propuestas de equipamiento turístico (5) en el pasado. En los últimos tiempos, la dinámica de la cobertura de suelo y el uso que a éste se le ha dado, ha conllevado a efectos como en particular la deforestación del manglar. Cobertura que requiere de un sistema más poderoso y sofisticado como el SIG y los datos de percepción remota para su determinación. Estos sistemas además proporcionan una visión holística de todas las coberturas analizadas, a partir de ellos es factible

realizar estudios multitemporales que generan información fiable sobre Bajo Alto a través del tiempo.

Tomando en cuenta que el proceso de análisis en los SIG es de bajo costo y ahorro de tiempo/trabajo. Esta información generada se puede convertir en una valiosa herramienta para la planificación y toma de decisiones por parte de las autoridades, en lo que respecta a Bajo Alto.

Hipótesis

Mediante el uso de tecnologías como sistemas de información geográfica y sensores remotos se determinarán cambios en el uso y cobertura del suelo de Bajo Alto en 1977, 2003 y 2010.

Objetivos

Objetivo General

1. Determinar cambios en el uso y cobertura del suelo del sector Bajo Alto en la provincia de El Oro en 1977, 2003 y 2010, utilizando sistemas de información geográfica y tecnologías de sensores remotos como imágenes de satélite Landsat 7, WorldView 1 y fotografías aéreas.

Objetivos específicos

1. Determinar la naturaleza, la ubicación y magnitud del cambio de uso del suelo en el sector.
2. Generar un esquema de clasificación para determinar el uso y cobertura del suelo del sector.
3. Generar un mapa temático de los resultados obtenidos.
4. Emitir recomendaciones para el manejo apropiado de las áreas en donde se han encontrado mayor variabilidad y deterioro ambiental.

2. Materiales y Métodos

Área de Estudio

El área de estudio fue escogida tomando en cuenta la disponibilidad de imágenes e incluye principalmente la comuna Bajo Alto, perteneciente a la parroquia rural Tendales del cantón El Guabo en la provincia de El Oro. El cantón se ubica aproximadamente a 18 km de la ciudad capital Machala. Bajo Alto Está ubicado a 14 millas de la isla Puná, al sur-sureste del Golfo de Guayaquil, en el borde continental del Canal de Jambelí. Se encuentra en las coordenadas UTM 622236, 9656307 (5).

Adquisición de la información

Para el estudio, se adquirieron las imágenes del satélite WorldView 1 en el 2010, en el 2003 se utilizó una composición de Landsat 7 y fotografía aérea (se utilizó un recorte de Landsat 7 para completar el área que faltaba de la zona), en 1977 se utilizó solo una fotografía aérea (proporcionadas por el IGM) (47). Se adquirió un conjunto de shapefiles (48) correspondientes a la zona como; población, curvas de nivel, límites cantonales y provinciales proporcionados por IGM datos del 2010 a escala 1:25.000.

A continuación, en la tabla 5 se presenta las características de la información:

Tabla 5. Detalle de la Información

DETALLE/ AÑO	1977	2003		2010
Tipo de la imagen	Fotografía aérea	Landsat 7	Fotografía aérea	WorldView 1
	N/A	ETM+	N/A	Pancromática
Resolución espacial	N/A	30 metros	N/A	50 cm
Bandas	N/A	B/N *	N/A	Blanco y Negro
Fecha de la imagen	20 Junio de 1977	16 Febrero del 2003	6 febrero de 1977	11 Junio del 2010

ETM+ Enhanced Thematic Mapper plus

* Se utilizó solo blanco y negro para la composición con la fotografía aérea

Pre - Campo

En agosto del 2010 se realizó la primera visita de campo a Bajo Alto en donde se realizó el reconocimiento del área. Se tomaron límites, información base y medularmente se realizó la encuesta de tesis (ANEXO 4), que consistió en un conjunto de preguntas (del ámbito social,

ambiental y económico) enfocadas al uso del suelo que se ha desarrollado en Bajo Alto. Se incluyeron preguntas sobre zonas que el encuestado ha notado que han cambiado, entre otras. Hay que resaltar que esta encuesta fue realizada a personas de cuarenta años en adelante (ANEXO 5).

Integración de la información a las plataformas

Para integrar la información a las plataformas primero fue necesario crear un shapefile de tipo polígono el cual encerró Bajo Alto, se lo denominó como ÁREA DE ESTUDIO.

Con ayuda de este shapefile se recortó cada una de las imágenes utilizando el SOFTWARE ERDAS IMAGINE 9.2, se obtuvo 3 SUBESCENAS denominadas AOI, correspondientes a la fotografía aérea de 1977, y las imágenes satelitales 2003 y 2010. De esta manera se obtuvo AOI_77, AOI_03, AOI_10. Todos los archivos fueron guardados en una sola carpeta en el disco C.

La rectificación como proceso en sí, fue desarrollada en primera instancia con la selección de puntos de control (por sus siglas en inglés GCPs), estos ya habían sido brevemente reconocidos en la primera salida de campo. Fueron escogidos dentro de estructuras propias de camaroneras, vías, rasgos que no han variado significativamente en el tiempo.

La georeferenciación estuvo basada en coordenadas obtenidas en GOOGLE EARTH 6 sobre Bajo Alto, fue desarrollada sobre la plataforma ArcGIS 9.2. El error RMS (root mean square error) fue de 0.32 para 1977, de 0.35 y 0.25 para 2003 y 0.29 para 2010. Toda la información fue llevada a la proyección Universal Transversal Mercator en la zona 17 Sur.

Software utilizado

- Erdas Imagine 9.3: Recorte de imágenes.
- ArcGIS 9.2: Clasificación, procesamiento de datos, creación y presentación de cartografía e imágenes.
- Microsoft Word y Power Point: se utilizó básicamente para la presentación de la investigación.

- Microsoft Excel: elaboración de gráficos y cálculos (regla de tres, suma, etc.).

Mejoramiento de la información

Antes de la clasificación inicial se consultaron técnicas que fueran útiles tanto para fotografías aéreas como para imágenes satelitales, técnicas que ayuden a realzar rasgos que no son muy claros en la imagen o fotografía original.

Se aplicó a una copia del AOI_77 un HISTOGRAMA ECUALIZADO, se comparó con la foto original, y se identificaron rasgos como esteros, cursos hídricos en general. Principalmente para encontrar el beneficio de este proceso en la detección del uso y cobertura del suelo en la fotografía aérea de 1977. La figura 5 muestra la aplicación del histograma ecualizado sobre la fotografía aérea de 1977, en la parte derecha se aprecia con poca claridad el curso hídrico, así como también no se da la posibilidad de reconocer el manglar en las cercanías de estos cursos.

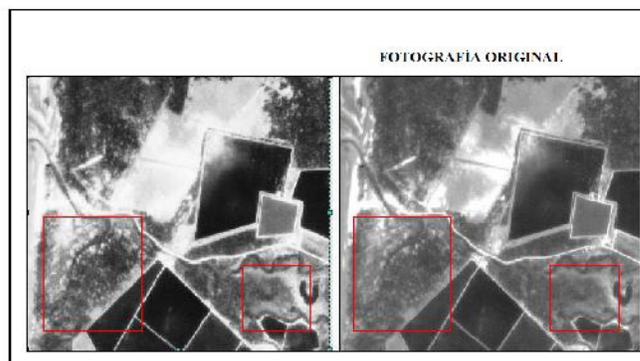


Figura 5. Aplicación de Histograma Ecualizado En Aoi_77

Clasificación inicial del uso y cobertura del suelo

En esta etapa se resalta que se realizó una clasificación inicial directa sobre la imagen, considerando que se conocía el área con anterioridad. Identificando coberturas como vegetación y arenal que presentaba patrones de referencia, para lo cual fueron útiles una serie de criterios de clasificación como tonos y texturas. Esa misma identificación del patrón previamente definido, se lo realizó sobre las restantes reproducciones gráficas, identificando uso del suelo para camaroneras y asentamientos. Con la ayuda de histogramas y clasificación automática.

En AOI 2003, se aplicó una clasificación por píxeles con 6 categorías como guía para la confirmación de patrones propios como arenal o áreas salinas que aparecen en tonos claros, áreas que han sido clasificadas en tonos oscuros pueden representar presencia de agua, como esteros en donde a su vez es probable encontrar vegetación de manglar a sus alrededores. En la figura 6, sobre la fotografía original se distingue a breves rasgos una zona de arenal y casi ningún aparente rasgo de un cuerpo hídrico, sin embargo en la zona clasificada es muy probable distinguir estas dos áreas, nótese con un recuadro rojo, tipo de estero con tono gris oscuro y en la fotografía original aparentemente solo vegetación.

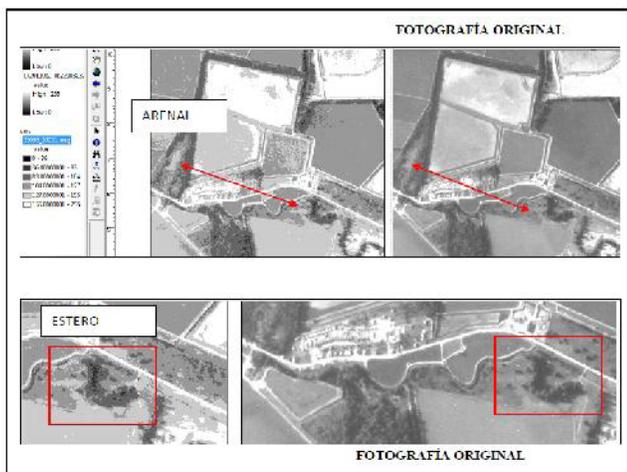


Figura 6. Clasificación por Píxeles AOI 2003

Clasificación

Se realizó una clasificación directa sobre la imagen, identificando cada cubierta con un patrón de referencia, para lo cual fueron útiles una serie de criterios de clasificación como tono, textura, forma, disposición, etc. Esa misma identificación del patrón previamente definido se aplicó a todas las imágenes. Se asignó a cada categoría, determinados uso del suelo en función de la semejanza de éstas con el patrón tipo identificado previamente, asignación que fue necesario verificar sobre el terreno e información revisada.

Esquema de clasificación

El esquema de la clasificación fue definido utilizando fuentes de información (ANEXO 6),

basado en el conocimiento a priori de la zona de estudio y encuestas (15) (ANEXO 5). Se seleccionaron las categorías que se pudieran encontrar en la zona de estudio desde 1977 hasta la actualidad. Posteriormente se revisaron mapas del Ecuador

2010 como vegetación protegida, patrimonio forestal. Para tener un antecedente de la zona en cuanto a vegetación, divisiones cantonales y parroquiales. Luego de revisar bibliografía de Anderson (40) se concluyó con la tabla 6, la cual muestra las clases utilizadas son su respectivo significado para este estudio.

Tabla 6. Clasificación

No. DE CLASE	CLASE	DESCRIPCIÓN
1	LÍNEA COSTERA	Línea intermedia entre la tierra firme y espacio marítimo, medida en la más alta marea en donde se presentan procesos de interacción entre el mar y la tierra.
2	BOSQUE SECO	Comprende formaciones de árboles, en asociación con otras especies acompañantes, producto de un proceso biológico natural, en este estudio comprende el bosque seco deciduo de tierras bajas
3	MANGLAR	Se trata de árboles y arbustos con raíces adaptadas para crecer sobre pantanos tropicales de agua salobre
4	ARENAL	Extensión grande de terreno arenoso
5	ASENTAMIENTOS	Zonas de vivienda, comerciales e industriales
6	CAMARONERAS	Formación de piscinas dedicadas a la actividad de la acuicultura (camarón).

Métodos de Análisis de Datos

Dos principales métodos de análisis de los datos se adoptaron en este estudio. (a) Mediciones de la Franja costera (b) Cálculo de la superficie (en Ha) de los tipos de tierra resultantes del Análisis de la cobertura y uso del suelo, para cada año de estudio y posteriormente comparación de los resultados. Para el método (a) se comparó la posición más actualizada de la línea de costa del 2010 con la posición de la línea de costa correspondiente a los años 1977 y 2003.

Se tomaron puntos de medición de la LÍNEA COSTERA con dirección Norte y Sur del área de estudio para los años 2003 y 2010, siendo el año

1977 el punto de partida. Se utilizaron herramientas de medición del ARCGIS 9.2 para obtener los datos que fueron posteriormente ingresados a EXCEL para la obtención de cuadros comparativos.

Los productos finales del método(a):

Se ingresaron los datos a Excel y se obtuvo una tabla indicando los valores en kilómetros de la distancia entre las líneas costeras de cada año y el detalle de retroceso o avance de las mismas. Para lograr una comparación holística de las estadísticas de uso y cobertura del suelo para los períodos estudiados.

3. Resultados y Discusión

Análisis de Datos

Introducción

El objetivo de este estudio es la base de todo el análisis realizado en este capítulo. Los resultados se presentan en forma de mapas, gráficos y cuadros estadísticos.

Distribución del uso y cobertura de la Tierra

La distribución de la tierra en Bajo Alto por cada año de estudio como se desprende de los mapas generados se presenta en la siguiente tabla 7, los resultados de las mediciones obtenidas en la línea costera no se incluyen en esta tabla por tener una distinta metodología (4.8).

Tabla 7. Distribución del Uso y Cobertura de la Tierra en el Área de Estudio

No. Clase	USO Y COBERTURA DEL SUELO CATEGORÍAS	1977		2003		2010	
		ÁREA (Ha.)	ÁREA (%)	ÁREA (Ha.)	ÁREA (%)	ÁREA (Ha.)	ÁREA (%)
2	BOSQUE SECO	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	0.41
3	MANGLAR	306.50	58.93	84.05	16.16	92.00	17.69
4	ARENAL	18.59	3.58	24.90	4.79	12.00	2.31
5	ASENTAMIENTOS	0.91	0.18	15.16	2.91	16.00	3.08
6	CAMARONERAS	194.11	37.32	396.00	76.14	398.00	76.52
TOTAL		520.11	100	520.11	100	520.11	100

Variabilidad en la línea costera

Las variaciones en la LÍNEA COSTERA son causadas principalmente por la presencia del

fenómeno de El Niño registrado como moderado en los años 1976-1977, para el periodo de 1997-1998 fue destructivo, causando migración de la comunidad de Bajo Alto hacia el Nuevo Bajo Alto en 1997.

En la figura 20 se aprecia en tonos rojos y celestes las zonas inundadas a través de los años, Bajo Alto ha tolerado severas inundaciones por la influencia muy marcada de El Niño.

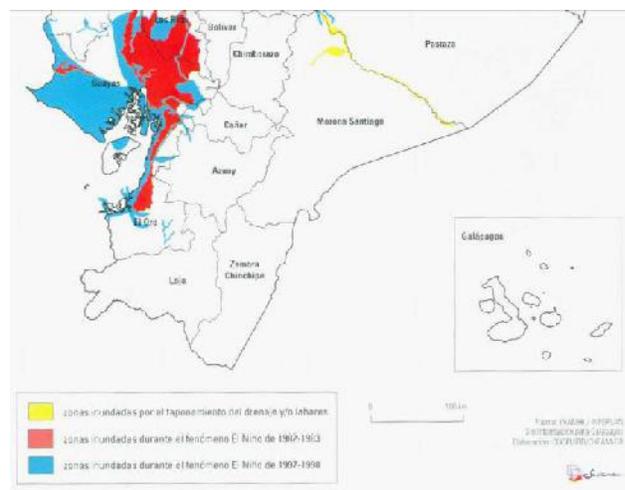


Figura 20. Zonas Inundadas Por El Fenómeno Del Niño.

Gran parte de la planicie costera de la provincia de El Oro ha estado influenciada por el Río Jubones, debido a la cantidad de sedimentos que ha aportado y como los ha distribuido a lo largo de su historia de cambio de cauces. En cada sitio que ha desembocado el Río Jubones ha formado grandes deltas de morfología lobular, los mismos que han tenido una influencia directa sobre el área de estudio por ser uno de los principales aportantes de sedimentos y por haber desembocado a principios del siglo veinte en Bajo Alto (4).

En el presente estudio se evidencia que durante los años ha cambiado la dinámica litoral y la línea de costa gracias a los continuos aportes sedimentarios del Río Jubones, además del cambio continuo en la desembocadura del mismo, las estructuras presentes como piscinas camaroneras han detenido el avance del mismo funcionando como muros de contención improvisados.

Detalle de los resultados obtenidos en las mediciones de línea costera se presenta en la tabla 8.

Tabla 8. Variabilidad En La Línea Costera

PERÍODO	SECTOR	1977 - 2003	2003 - 2010	1977- 2010
DISTANCIA EN KM	NORTE	0.25 AVANCE	0.14 AVANCE	0.11 AVANCE
	SUR	0.024 RETROCESO	0.10 AVANCE	0.37 AVANCE

En el período 1977- 2003, los valores obtenidos en las mediciones de la LÍNEA COSTERA muestran mayor avance hacia el sector Norte del área de estudio con 0.25 km. En el período 2003 -2010, la línea costera siguió avanzando al norte con 0.14 km y 0.10 al sur. Sin embargo en el período 1977- 2010, la línea costera avanzó 0.37 km. hacia el sur, es decir en los últimos 33 años la franja sur es la que mayores cambios ha tenido.

La línea sur está sufriendo procesos erosivos que en muchos casos ha obligado a abandonar estructuras como camaroneras que debido a la destrucción que causa el poder del mar en ellas, ya no ha sido posible su uso y hoy en día se han convertido en muros de contención. La erosión de la línea costera también ha generado que la población cierre y reinstale sus negocios, sobre todo los que están cerca del borde costero, debido a los frecuentes avances del mar y el peligro que conlleva a la comuna Bajo Alto. La fotografía 14 muestra el muro de contención de rocas en las orillas de la playa en Bajo Alto.



Fotografía 14. Muro de Contención

En la figura 21 se ilustra un ejemplo del proceso de erosión costera sobre una piscina camaronera, la fuerza del mar ha venido destruyendo el muro de esta camaronera que en la actualidad es Arenal. La fotografía 15 ilustra la línea o borde costero considerado en este estudio.

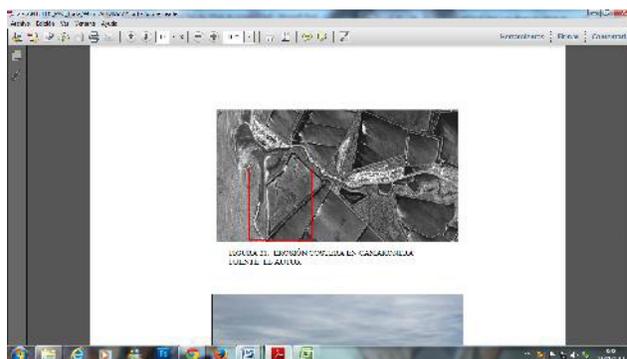


Figura 21. Erosión Costera en Camaronera



Fotografía 15. Línea Costera en Bajo Alto

La figura 22 presenta el detalle de la línea costera delimitada para 1977, 2003 y 2010

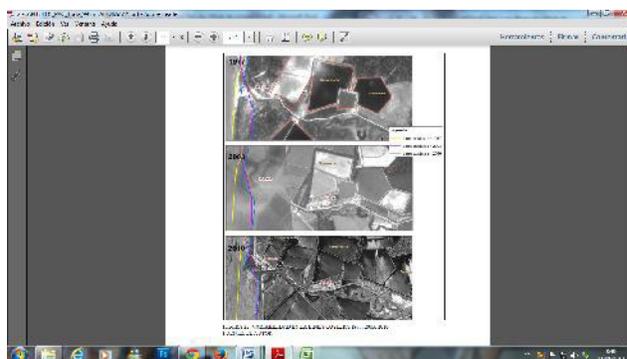


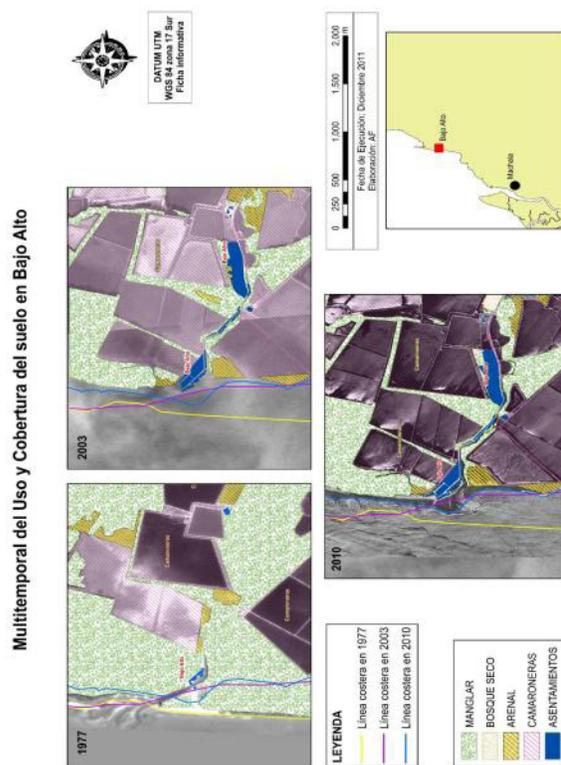
Figura 22. Variabilidad en la Línea Costera 1977, 2003, 2010

Impactos ambientales significativos en la cobertura del suelo

En este estudio multitemporal, se analizaron seis categorías a través de los años, mediante los valores obtenidos en la tabla *Distribución del uso y cobertura de la tierra en el área de estudio* y el análisis de cada una de las clases, se identificó que mayoritariamente el uso de suelo destinado a CAMARONERAS, es la capa que contiene valores más altos que reflejan el cambio. Lo cual significa que en Bajo Alto dentro del uso del suelo (antrópico), CAMARONERAS es la capa que posiblemente con mayoría ha afectado al resto. MANGLAR, ARENAL, BOSQUE SECO, son coberturas que en este estudio han sido afectadas por esta actividad antrópica, que además produce impactos ambientales.

Mapa del Análisis Multitemporal del Uso y Cobertura del suelo en Bajo Alto

En base a la información rectificada con la visita de campo, también con la información sobre las distintas clases en 1977, 2003 y 2010. A continuación se presenta a escala 1:20.000, un mapa titulado : *Multitemporal del Uso y Cobertura del suelo en Bajo Alto*, el cual presenta toda la información creada y explicada en este estudio, a manera cartográfica y sintetizada, catalogada como *ficha informativa*.



4. Conclusiones

1. Este estudio multitemporal (1977, 2003, 2010) ha determinado el uso y cobertura del suelo en Bajo Alto para los años fijados.
2. Los sensores remotos y sistemas de información geográfica son una herramienta vital para la observación continua y la cuantificación de los fenómenos que han ocurrido en Bajo Alto a través de diversas escalas, espaciales y temporales, lo que no es posible obtener mediante técnicas de cartografía convencional.
3. Los cambios producidos durante el período 1977 – 2010, son notorios como reacción ante las diferentes políticas de desarrollo ejecutadas en la provincia de El Oro, y son de incidencia directamente en Bajo Alto con lo que respecta al sector camaronero, que lidera los porcentajes en

la distribución total de áreas con 76% y 77% en el 2003 y 2010 respectivamente.

4. El Análisis Multitemporal de la línea costera revela condiciones particulares que pueden estar relacionadas con el fenómeno El Niño, el cual ha aportado en procesos de sedimentación y erosión, cambios en la desembocadura de cursos hídricos entre otros. En las mediciones obtenidas en el período 1977 –2003 mayoritariamente la línea costera sur avanzó con 0.024 km. Se considera que los procesos relacionados con la dinámica del Río Jubones y las actividades antrópicas (camaroneras) también han influido en esta variabilidad.
5. La dinámica de la cobertura arenal en muchos casos es producida por la deforestación del manglar, por el abandono o construcción de camaroneras, en otros casos estas áreas son reducidas por el crecimiento de vegetación.
6. La cobertura Bosque seco no figuraba en 1977 y la aparición del mismo se muestra en el período 2003 – 2010. La comunidad introdujo especies que posiblemente no existían en la zona.
7. La capa Asentamientos registró 0.18% en 1977, 3% en el 2010, este incremento de población es relacionado a dos fenómenos. El Fenómeno de El Niño de 1997, el cual obligó a las personas que habitaban en orillas y comunas cercanas a emigrar hacia el Nuevo Bajo Alto, y a la construcción-expansión de la Planta de Licuefacción de Petroecuador que ha generado empleos. Además el hecho de que los pobladores desarrollen todo tipo de negocios para atender las necesidades de esta planta, el turismo que es un campo nuevo y actualmente explorándose en la comuna Bajo Alto son factores que nos llevan a concluir que estos porcentajes incrementarían en siguientes décadas.
8. Las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil en general, tienen en la

teledetección y los sistemas de información geográfica aplicados a la gestión ambiental y desarrollo social, una excelente herramienta para una planificación de un desarrollo sustentable.

5. Recomendaciones

1. Impulsar el manejo de Sistemas de Información Geográfica para detectar cambios en uso y cobertura de suelo, en zonas de evidente afectación en el país.
2. Realizar monitoreos basados en sistemas de información geográfica sobre las áreas aquí analizadas que evidencian grandes cambios (camaroneras y manglares).
3. Realizar levantamientos periódicos de información en el campo (GPS) sobre datos geológicos que indiquen cambios en la morfología de la costa, como línea costera.
4. Realizar levantamientos de información costera relacionada a fenómenos climáticos propios del país.
5. Establecer políticas ambientales correctivas y de ordenamiento territorial, a corto y largo plazo, en las que la que se beneficie a la comunidad de Bajo Alto.

Referencias

- [1] Wilkie, D.S., and Finn, J.T. (1996). Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring. Columbia University Press, New York. p.295.
- [2] Directiva comunal de Bajo Alto. (2005). Comuna Bajo Alto: En sus 41 años de aniversario. Folleto Informativo
- [3] Martillo. (2002). Geología marina en el área de Bajo Alto Provincia de El Oro, y su aplicación al Manejo Costero. Tesis de grado
- [4] Bastidas, Romero, Solórzano. (2003). Propuesta de Equipamiento turístico en la comuna de Bajo Alto. Tesis de grado
- [5] Calidad Ambiental. (2008). Estudio de Impacto ambiental EXPOST de la estación base celular “Bajo Alto”
- [6] Calle, M. (2003). Plan de Manejo Integrado y Participativo del manglar de Bajo Alto y La

- Puntilla. Tesis de Ingeniería no publicada, EDC-UAE.
- [7] INOCAR. (2005). Derrotero de la costa continental e insular del Ecuador. Publicación - 4ta Edición.
- [8] Información según registros entre 1978 y 1999. Calle, M. (2003). Plan de Manejo Integrado y Participativo del manglar de Bajo Alto y La Puntilla. Tesis de Ingeniería no publicada, EDC-UAE.
- [9] Sierra, R., Cerón, C., Palacios W. y Valencia, R. (1999). Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF – BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- [10] INEC. (2001). VI Censo de Población y V de Vivienda Resultados definitivos: Provincia de El Oro. Tomo II.P.57 y 48 informativo
- [11] Zubair. (2006). Change detection in land use and land cover using remote sensing data and Gis. Dep of geography University of Ibadan Publications. Msc Thesis.
- [12] Patillo, C. G. (1992). Guía de Estudio en Percepción Remota. Pontificia Universidad
- [13] Católica de Chile. Programa Percepción Remota y SIG. Santiago, Chile. pp. 95
- [14] Dimiyati, M., Mizuno, K., Kitamura., T. (1996). An Analysis of Land Use/Cover Change using the combination of MSS Landsat and Land Use Map: A Case Study in Yogyakarta, Indonesia: International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(5), p. 931 - 944: http://pdfserve.informaworld.com/477282_731196607_777908829.pdf, [Accessed 03/09/2010].
- [15] Longley, P., Donnay, J., Barnsley, M. (2001). Remote Sensing and Urban Analysis Taylor and Francis, London, p.117.
- [16] Jensen, J. (2007). Remote Sensing of the Environment: An earth Resource Perspective (2nd Edition), p.450, Pearson Education, Inc.
- [17] Riebsame, W.E., Meyer, W.B., and Turner, B.L. II. (1994). Modeling Land-use and Cover as Part of Global Environmental Change. Climate Change. Vol. 28. p. 45.
- [18] Meyer, W.B. (1995). Past and Present Land-use and Land-cover in the U.S.A. Consequences.p.24-33.
- [19] Olorunfemi J.F (1983). Monitoring Urban Land – Use in Developed Countries – An aerial photographic approach, Environmental Int.9, 27 – 32
- [20] Angel Luque & Bernat Amengual (?) TELEDETECCIÓN: APLICACIONES METEOROLÓGICAS. Curs d'especialista universitari en Sistemes d'Informació Geogràfica i Teledetecció, Grup de Meteorologia. Departament de Física Universitat de les Illes Balears. <http://www.uib.es/depart/dfs/meteorologia/web-grup/teledeteccio/SIG/APLI-MET-SIG-2007.pdf>
- [21] Robert A. Schowengerdt. (2007). Remote Sensing: Models And Methods for Image Processing. 3rd edition. <http://tutorial-percepcion-remota-satelital.blogspot.cz/2011/04/el-realce-procesamiento-de-las-imagenes.html>
- [22] Cuartero, A., Felicísimo, A. M. (2003): "Rectificación y ortorrectificación de imágenes de satélite: análisis comparativo y discusión", GeoFocus (Artículos), nº 3, 2003, p. 45-
- [23] Pennington, R.T., D.E. Prado & C.A. Pendry. (2000). Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. Journal of Biogeography 27: 261-273.
- [24] Zhofre Aguirre M. Lars Peter Kvist & Orlando Sánchez T. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Botánica Económica de los Andes Centrales. <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2011.pdf>
- [25] CLIRSEN-PMRC. (2006). Actualización del Estudio Multitemporal de Manglares, Camaroneras y Áreas salinas en la Costa continental Ecuatoriana al año 2006.
- [26] Tobey, J.; Clay, J; Vergne, P. (1998). Manteniendo un Balance: Impactos Económicos, Ambientales y Sociales del Cultivo de Camarón en Latinoamérica. Reporte de Manejo Costero No 2202. Proyecto de Manejo Costero II. USAID – Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island. FAO, 68.

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE CEPAS BACTERIANAS DE AMBIENTES NATIVOS Y SU APLICACIÓN BIORREMIEDIADORA EN EL CULTIVO DEL CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus Vannamei*

Isolation and Identification of Bacterial Strains native bioremediation Environments and their Application in the Cultivation of Litopenaeus Vannamei White Shrimp.

Milviana Maldonado Bassantes¹, Roberto Retamales Gonzalez² *

Recibido el 15 de mayo de 2012; recibido en forma revisada 18 de octubre 2012, aceptado 5 de noviembre 2012

Resumen

En el presente trabajo tuvo como objetivo aislar e identificar bacterias con potencial biorremediadora a partir del suelo de dos piscinas de la Camaronera A en la Provincia del El Oro. Catorce morfotipos de bacterias fueron identificadas por técnica bioquímica.

La capacidad biorremediadora de los siete morfotipos en el cultivo de camarón en las piscinas pruebas fue evaluada con la aplicación de dos probióticos elaborados con las bacterias BSM1 (*Bacillus sp*), BSM2 (*Bacillus sp*), BSM3 (*Pseudomonas sp*), BSM7 (*Lactobacillus plantarum*), BMS8 (*Pseudomonas sp*), BMS10 (*Lactobacillus plantarum*), BMS11 (*Bacillus sp*) y la levadura (*Sacharomyces serevisae*). Los resultados obtenidos mostraron que la biorremediación del suelo, agua y camarón de las piscinas pruebas de las Camaroneras Uno y Dos en la primera producción fue igual que las piscinas control, en la segunda y tercera producción fueron superiores. La presencia de bacterias patógenas, no se evidenció en ninguno de los controles realizados en las piscinas en estudio. La aplicación de los probióticos nativos influyó positivamente sobre el incremento de supervivencia, ganancia de peso, conversión alimentaria y libras de camarón por hectárea a cosecha, que mostró diferencias estadísticas significativas para los días de evaluación que duró la investigación.

Palabras Clave: probióticos; BSM; camarón

Abstract

This study aimed to isolate and identify potential bacteria from soil bioremediadora two Shrimp pools A in the Province of El Oro.

Bioremediadora capacity of seven morphotypes in shrimp farming in the pools was evaluated by testing the application of two probiotic bacteria made with BSM1 (*Bacillus sp*), BSM2 (*Bacillus sp*), BSM3 (*Pseudomonas sp*), BSM7 (*Lactobacillus plantarum*), BMS8 (*Pseudomonas sp*), BMS10 (*Lactobacillus plantarum*), BMS11 (*Bacillus sp*) and yeast (*Sacharomyces serevisae*). The results showed that the bioremediation of soil, water and shrimp pools testing of Shrimp pools One and Two in the first production was the same as the pools control, in the second and third production were higher. The presence of pathogenic bacteria, there was no evidence in any of the controls in the study pools. The application of probiotics native positively influenced the increase in survival, weight gain, feed conversion and shrimp pounds per acre at harvest, which showed statistically significant differences for the days of evaluation period of the investigation.

Key words: Probiotics; BSM; shrimp

¹ Bióloga, Tesis de Grado para la obtención del Título de Magíster en Ciencias con Énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y el Medio Ambiente – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

² Doctor of Philosophy, Licenciado en Ciencias con Mención en Biología, Director Instituto de Investigaciones Científicas Desarrollo y Transferencia Tecnológica, Universidad Técnica de Manabí.

* rretamales@utm.edu.ec

1. Introducción

La acuicultura ha sido identificada como una actividad productiva de gran importancia para el desarrollo de amplias zonas rurales del Ecuador y de Latinoamérica.

Ecuador está situado en la costa del Pacífico, al noroeste de Sudamérica, ocupa las posiciones de latitud y longitud del 2° S y 77° 30' W. Tiene una superficie de 256.370 km² y cuenta con un perfil costanero irregular que posee numerosas entrantes y salientes, comprende aproximadamente unos 2.860 Km. de Norte a Sur, con una extensión de 205.000 hectáreas de manglar, convirtiéndolo en un país con un alto potencial acuícola. (FAO, 2005).

En el litoral ecuatoriano se asientan alrededor de 3295 predios que en conjunto suman un total de 202.382,15 has, destinados al cultivo de camarón. (Subsecretaria de acuicultura/SIG-ACUA.2008).

La evolución en las exportaciones de camarón tiene una tendencia ascendente desde el año 2003, aunque en el año 2009, debido a la recesión económica mundial, presenta una caída (-6,8%). Es interesante también observar que en el período 2003-2010, las exportaciones de camarón crecen un 284,2% al pasar de 298,9 millones de dólares en exportaciones FOB a 849,7 millones de dólares. (Varela. 2011). Esto muestra el dinamismo que ha tenido el sector, lo que representa un proceso productivo que cubre las expectativas del mercado externo. Hay que recordar que este sector está desarrollado y encaminado para el sector externo. La participación de las exportaciones de camarón sobre el total de las exportaciones ecuatorianas representa al año el 4,9%, una tendencia que se ha mantenido en los últimos años. La participación sobre el total de productos primarios también representa una tendencia que bordea el 6% en todos los años analizados, constituyéndose en uno de los principales productos tradicionales de exportación del Ecuador, al año 2010 representa el 22,9% del total de productos tradicionales. (Varela. 2011).

El riesgo de las enfermedades aumenta, a menudo, en cultivos semi-intensivos e intensivos y cuando un monocultivo es reemplazado por un

policultivo. La escasez de agua limpia y la insuficiente remoción de desechos conducen a la sobrecarga en metabolitos, a la degradación ambiental, por lo cual el camarón es estresado por la mala calidad de agua y es susceptible a las enfermedades. Las fluctuaciones excesivas de los factores abióticos tales como el oxígeno, salinidad y temperatura pueden también aumentar el estrés y la sensibilidad a enfermedades favoreciendo la diseminación de los patógenos. A parte de los factores mencionados anteriormente, que son todos dependientes del cultivo mismo, las contaminaciones por pesticidas y contaminantes provenientes de la agricultura y de actividades industriales, pueden bajar la resistencia a enfermedades del camarón, especialmente cuando son combinados con otros factores ambientales (FAO.2005).

El beneficio potencial de probióticos en acuicultura en piscinas incluye el incremento en la descomposición de materia orgánica, reducción en la concentración de nitrógeno y fósforo control de amonio, nitrito, y sulfatos, bajo incidencia de enfermedades y alta sobrevivencia, incrementado la producción de peces y camarones. (Boyd & Massaaut, 1999).

La identificación de microorganismos depende de la obtención de cultivos puros mediante la utilización de técnicas de aislamiento y purificación. Desgraciadamente, el organismo mejor adaptado en los cultivos de laboratorio a menudo es solo un componente minoritario del ecosistema microbiano. (Amann., 2005), se estima que en la mayoría de los casos solo se cultiva un 1% del total de los organismos unicelulares de un sistema.

Este proyecto de tesis persigue desde una perspectiva ecológica buscar una solución frente a ciertos patógenos o disminuir las ocurrencias más comunes de enfermedades mediante la utilización de bacterias propias de su campo de acción.

Justificación

El uso indiscriminado de antibióticos y otros químicos, en el cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*, provocaron el desequilibrio del ecosistema, para restablecer dicho equilibrio los

productores camaroneros, implementaron sistemas de control y manejo para incrementar la producción. Se plantearon varias alternativas como medidas de prevención, la utilización de probióticos importados, los mismos que no garantizan una producción sostenible, debido a que son microorganismos introducidos, llegando estos a desplazar la flora bacteriana nativa, de ahí la necesidad de poder obtener probióticos de ambientes nativos.

Hipótesis

Las cepas bacterianas de ambientes nativos como probióticos tienen acción biorremediadora en el cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

Objetivo general

1. Demostrar la acción biorremediadora de probióticos de cepas bacterianas nativas en cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

Objetivo específicos

1. Aislar cepas de bacterias nativas del suelo de las piscinas del cultivo de camarón, de la Camaronera Uno.
2. Identificar las bacterias aisladas del suelo de la Camaronera Uno, que puedan presentar una actividad biorremediadora en el cultivo de camarón.
3. Elaborar un probiótico de bacterias de cepas nativas y aplicarlo en las piscinas de prueba.

2. Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en las camaroneras, Uno (longitud: 598911.7 y latitud: 9629521.0) y Dos (longitud: 598404.25 y latitud: 9629662.0) de la compañía Corporeal ubicadas en el sector Pongal estero el Venado jurisdicción del cantón Santa Rosa provincia del El Oro.

El área de estudio estuvo sectorizada en la Camaronera Uno de la siguiente manera: (Tabla.1)

Tabla 1. Codificación de las piscinas de estudio de la Camaronera Uno.

Piscina	No. Ps.	Hectáreas	Utilización
A	12	4,32	Prueba
B	14	5,86	Prueba
C	7	6,6	Control
D	13	7,61	Control



Figura 1. Ubicación Camaronera Uno

Tabla 2. Codificación de las piscinas de estudio de Camaronera Dos.

Piscina	No. Ps.	Hectáreas	Utilización
E	5	2,1	Prueba
F	7	1,7	Prueba
G	2	2,7	Control
H	6	6,5	Control



Figura 2. Ubicación Camaronera Dos

Aislar cepas de bacterias nativas del suelo de las piscinas del cultivo de camarón, de la Camaronera Uno

Toma de muestras

Las muestras tomadas para el aislamiento e identificación se tomaron del suelo húmedo de las piscinas A y B, posterior a la cosecha. Una vez vacías, fueron divididas en 5 cuadrantes de los cuales se tomó el equivalente a una libra de suelo por cada cuadrante, estas se las mezcla entre sí y se obtuvo una muestra (pool) que se colocó en una funda plástica y se guardó en una hielera con su respectivo refrigerante para luego ser trasladada al laboratorio y allí procesada. De esta muestra se tomó 10g de suelo y de forma aséptica se resuspendió en 90 ml de solución salina ajustada la salinidad a 2 % pues con esta se equiparaba a la correspondiente salinidad de la piscina, (20 ups). Se homogenizó vigorosamente, luego se realizaron diluciones de la muestra en cuatro tubos de ensayos con capacidad para 12 ml y en cada uno se colocó 9 ml de solución salina al 2 % de salinidad y 1 ml de la muestra inicial y se realizaron diluciones seriadas 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³.

Medios de cultivo utilizados

Agar nutritivo

Medio de cultivo para el crecimiento general de las bacterias. La esterilización del medio de cultivo se llevó a cabo en autoclave a 120 °C, 15 lb de presión durante 20 min. Las muestras se sembraron por estría cruzada 50 µl, en el medio Agar Nutritivo (DIFCO) ajustado la salinidad al 2 % pues la correspondiente a salinidad de la piscina era de 20 ups.

El medio de cultivo sólido Agar Nutritivo con sal (NACs), se preparó de la siguiente manera: se agregaron 2,3 g de medio Agar Nutritivo (NA) en 100 ml de agua destilada,

2 g de cloruro de sodio, se calentó agitando frecuentemente y se hirvió por un minuto para disolver completamente y se esterilizó en una autoclave (SPEEDY vertical type); el pH final fue de 6,8 ± 0,2 a 25 °C vertido en placas Petri desechables 10 ml del medio en cada una y se almacenó a 2 – 8 °C hasta su uso.

Composición agar nutritivo.- Es un medio general que permite el crecimiento de distintas especies bacterianas. (Tabla.3)

Tabla 3. Composición de Agar Nutritivo.

Formula aproximada	g/L
Extracto de carne	3,0
Peptona de carne	5,0
Agar	15,0
Agua destilada c.s.p	1,0 L

Agar GSP (Glutamato rojo fenol y almidón).

Medio de cultivo para el crecimiento de las bacterias tales como Pseudomonas y Aeromonas. La esterilización del medio de cultivo se llevó a cabo en autoclave a 120 °C, 15 lb de presión durante 20 min. Se sembraron por estría cruzada 50 µl de muestra en el medio Agar GSP (IMERIA) ajustado la salinidad al 2 % pues la correspondiente a salinidad de la piscina era de 20 ups.

El medio de cultivo sólido, se preparó de la siguiente manera: se agregaron 4,5 g de medio Glutamato rojo fenol y almidón (GSP) en 100 ml de agua destilada, 2 g de cloruro de sodio, se calentó agitando frecuentemente y se hirvió por un minuto para disolver completamente se esterilizó en una autoclave (SPEEDY vertical type); el pH final fue de 6,8 ± 0,2 a 25 °C vertido en placas Petri desechables 10 ml del medio en cada una y se almacenó a 2 – 8 °C hasta su uso. (Tabla.4)

Composición Agar GSP.- Es un medio que mantiene especificidad para bacterias de género como Pseudomonas y Aeromonas.

Tabla 4. Composición de Agar GSP.

Formula aproximada	g/L
Glutamato sódico	10,0
Almidón hidrosoluble	20,0
Dihidrogenofosfato potásico	2,0
Sulfato de magnesio	0,5
Rojo fenol	0.36
Agar	12,0
Agua destilada	1,0 L

Agar MRS (Man Rugosa Shamr)

Medio de cultivo para el crecimiento de bacterias de géneros tales como Bacillus y Lactobacillus. La esterilización del medio de cultivo se llevó a cabo en autoclave a 120 °C, 15 lb de presión durante 20 min. Las muestras se sembraron por estría cruzada 50 µl en el medio Agar MRS (Man

Rugosa Shamr) ajustado la salinidad al 2 % pues la correspondiente a salinidad de la piscina era de 20 ups.

Agar TCBS (Tiosulfato Citrato de Sales Biliares).

Medio de cultivo para el crecimiento de bacterias tales como Vibrios. Se sembraron por estría cruzada 50 µl de muestra en el medio Agar TCBS (IMERIA) ajustando la salinidad al 2 % pues la correspondiente a salinidad de la piscina era de 20 ups.

Agar PDA (Potato Dextrosa Agar).

Medio de cultivo en el cual crecen levaduras y hongos. La esterilización del medio de cultivo se llevó a cabo en autoclave a 120 °C, 15 lb de presión durante 20 min. Las muestras se sembraron por estría cruzada 50 µl en el medio Agar PDA (IMERIA) ajustando la salinidad al 2 %.

Siembra de muestras de suelo

Se sembraron por estría cruzada en Agar Nutritivo, la muestra de suelo en suspensión y de cada una de las diluciones seriadas se inocularon 50 µl esparciéndose con una varilla de vidrio estéril. Las cajas se cerraron con parafilm y fueron incubadas a 30 °C hasta observar crecimiento (24 - 48 horas).

Diferenciación de grupos bacterianos

Las bacterias en estudio se diferenciaron mediante la utilización de la Tinción de Gram, por medio de ésta se puede separar dos grandes grupos como son Gram positivas y Gram negativas.

Purificación de cepas bacterianas

Aislamiento de cultivos

Para obtener cultivos puros es necesario aplicar técnicas que ayuden a desenmarañar las poblaciones mixtas y complejas de microorganismos, o cultivos mixtos, y obtener cultivos puros de especies distintas y separadas.

Existe gran variedad de técnicas por medio de las cuales las diferentes especies en una muestra

natural pueden ser aisladas y desarrollarse como cultivo puro.

Las población de bacterias en estudio fueron seleccionadas a partir del Agar Nutritivo el cual fue seleccionado por no presentar especificidad para grupos bacterianos, ya que es un medio muy general brindando la facilidad de que crezcan variados microorganismos.

Purificación de las bacterias

Para la purificación de estas cepas bacterianas se utilizó Agar TSA (Trypticase Soja Agar), se empleó la técnica de rayado por agotamiento para las catorce colonias de bacterias seleccionadas. Se realizó hasta siete purificaciones hasta obtener la cepa pura.

Con el asa de platino previamente flameada se tomó una parte de la colonia de bacteria seleccionada y se sembró en la caja que contenía el medio TSA, se incubó a 28 °C por 12 horas.

Identificar bacterias aisladas del suelo de la Camaronera Uno, que puedan presentar una actividad biorremediadora en el cultivo de camarón.

Pruebas convencionales

Estas pruebas se desarrollan como un preámbulo a la identificación y que sirven para llegar a un resultado final con mayor precisión.

Motilidad

Se necesitó conocer si las bacterias en estudio presentaban algún tipo de movimiento, pues al desarrollar esta prueba se las ubica como pertenecientes a un grupo determinado.

Prueba de catalasa

Algunas bacterias contienen la enzima catalasa que interviene en la descomposición del peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Esta actividad es puesta en evidencia cuando se mezcla una colonia bacteriana con una gota de peróxido de hidrógeno y la producción subsecuente de burbujas (O₂).

Prueba de oxidasa

Con esta prueba se detecta la presencia de la enzima citocromo- oxidasa y puede ser fácilmente realizada mediante el uso de un papel impregnado con el reactivo tetrametil-p-fenilen diamina HCl al 1 % en solución acuosa.

Rojo metilo

Esta prueba se la realiza con la finalidad de comprobar si el microorganismo en estudio fermenta la glucosa con producción de ácidos (succínico, láctico, acético) o vía ácido mixta. Además para saber si efectivamente están dentro del grupo de los bacilos.

Pruebas en medios específicos para gram positivos y gram negativos

Cada una de las cepas seleccionadas fue sembrada en medios específicos: Man Rugosa Shamr (MRS) como un medio específico para el crecimiento de bacterias del grupo de los Bacillus y Lactobacillus.

Identificación Bioquímica

Se utilizó un sistema de identificación bioquímica miniaturizado que emplea microplacas de 96 pocillos con un número de 18 diferentes sustratos de carbono y aminoácidos de diferentes clases, para una mejor discriminación. La capacidad de un aislado de metabolizar cada sustrato se mide por la presencia o ausencia de un cambio de coloración, técnica proporcionada por la Empresa Carrera Internacional, Concepto Azul Guayaquil.

Crecimiento bacteriano

Esta prueba se realizó con el objetivo de determinar el tiempo idóneo en el que las cepas alcanzaban cada una de las fases del crecimiento bacteriano.

Mantenimiento de cepas seleccionadas (crio preservación)

Debido a que la actividad metabólica de una célula se reduce considerablemente por mantenimiento a muy baja temperatura, la congelación es una técnica de elección, ya sea para cortos o largos períodos.

Cada una de las cepas se incubaron por 8 horas en agar nutritivo; luego con el asa de platino se tomaron varias cepas y se las resuspendió en un tubo ependorf de 1,5 ml con glicerol al 10 %, esto se trabajó utilizando un refrigerante, a continuación se procedió a guardar los tubos en un congelador a -70°C.

Crecimiento de cepas seleccionadas

Se procedió a realizar varias pruebas buscando un medio de cultivo que ayude a mantener las cepas en estudio en buenas condiciones. Para el efecto se probó 3 medios de igual contenido pero diferentes cantidades. Las catorce cepas fueron sembradas de forma individual en los medios, para lo cual se tomaron varias fiolas que contenían los medios y se inoculó las cepas, se taparon con parafilum y se dejó a temperatura ambiente por tres semanas. El crecimiento de cada una de estas cepas se cuantificó en cámara Neubauer.

Análisis estadístico

Diversas variables fueron analizadas al final de cada corrida en las piscinas de prueba y control, tales como:

1. Supervivencia del camarón (%).
2. Peso promedio final camarón (g).
3. Tasa de crecimiento instantánea
4. Libras de camarón cosechadas por hectárea (lb/ha).
5. Factor de conversión alimentaria (lb balanceado consumido/lb de camarón obtenida a la cosecha hectáreas).

Para determinar si existían diferencias significativas en las variables determinadas entre las piscinas de prueba y de control se utilizó el análisis estadístico, T de Student y Análisis de varianza (ANOVA) mediante el programa QED STATISTICS. Se utilizó un diseño estadístico completamente aleatorio con dos tratamientos, tres repeticiones con cada probiótico y dos pruebas de comparación que fueron los controles.

Para el análisis de varianza la supervivencia se transformó en arco seno, la tasa de crecimiento se convirtió en logaritmo natural para calcular la tasa instantánea de crecimiento (fórmula), y para el

cálculo de factor de conversión alimenticia se transformó en logaritmo, se utilizó un nivel de significancia 0,5.

3. Resultados

Aislar cepas de bacterias nativas del suelo de las piscinas del cultivo de camarón, de la Camaronera Uno.

Se identificaron catorce cepas bacterianas de los medios de cultivo utilizados, las cuales fueron del género: *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, *Lactobacillus plantarum* y levadura la *Saccharomyces cerevisiae*.

Identificar las bacterias aisladas del suelo de la Camaronera Uno, que puedan presentar una actividad biorremediadora en el cultivo de camarón.

Denominación de las cepas

Las bacterias pertenecientes al género *Bacillus* fueron diferentes entre ellas en tamaño y en la asimilación de ciertos carbohidratos por parte de los miembros de este género.

Las bacterias pertenecientes al género *Lactobacillus* fueron diferentes entre ellas en tamaño y en cantidad ufc/g las dos presentaron forma de bastón, BSM10 fue más grande y menos abundante que BSM7.

La forma, tamaño y cantidad de ufc/g fue muy similar entre los tres aislamientos del género *Pseudomonas*. Tanto BSM3 como BSM8 presentaron forma de bastón, más pequeñas y abundantes que la BSM9, las tres asimilaron carbohidratos diferentes.

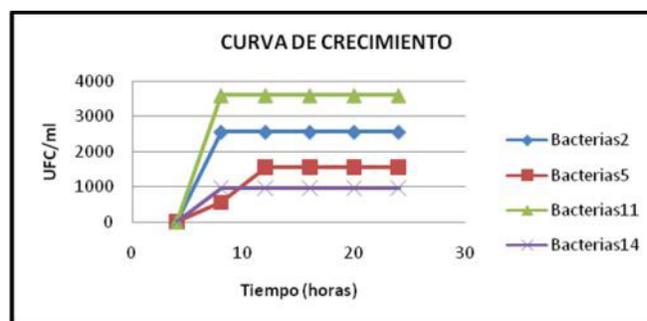
Cada una de las bacterias identificadas presentaron una característica diferente a pesar de que pertenecen al mismo género, la identificación a nivel de especies no se pudo realizar pues se requería de otros criterios de identificación con los cuales no se contaba al momento del desarrollo del trabajo.

Curva de crecimiento

Ciclo de crecimiento de bacterias

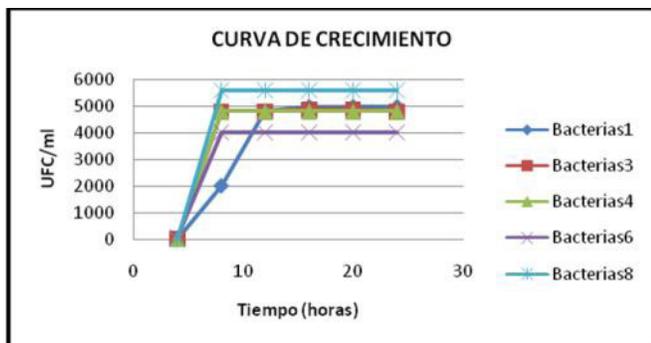
Durante las primeras cuatro horas no hubo un crecimiento de las catorce cepas bacterianas, se presume se encontraban en la fase de adaptación del metabolismo a nuevas condiciones ambientales, pero al cabo de ocho horas se observó que había crecimiento, entrando éstas a su fase exponencial, en esta fase las bacterias crecen con mayor velocidad, ya que es el tiempo de multiplicación y no existe un agotamiento de los nutrientes del medio, seguido de esto se observó que a las doce horas las bacterias BMS 1, BMS 2, BMS 3, BMS 4, BMS 6, BMS 7, BMS 8, BMS 9, BMS 10, BMS 11 y BMS 12, mantenían su ritmo de crecimiento hasta llegar a una fase estacionaria, donde el agotamiento de los nutrientes es evidente, registrándose el mismo número de colonias hasta las 24 horas, tiempo en que duró la prueba.

En el Figura# 3 se observa que la bacteria BSM 11 presentó un mayor crecimiento seguida por la bacteria BMS 2 en relación a las bacterias BSM5 y BSM 14 que su crecimiento fue inferior, las cuatro bacterias mantuvieron su crecimiento hasta las 24 horas.



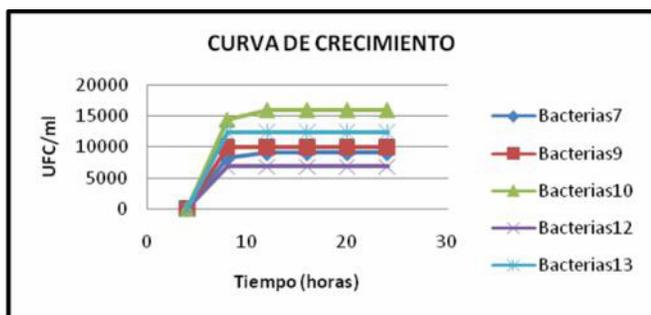
Figura# 3. Curva de crecimiento. De bacterias 2,5, 11 y 14 vs tiempo (horas).

En el Figura# 4 observamos que las bacterias BSM 1, BSM 3, BSM 4 y BSM 8 presentaron un crecimiento muy similar, mientras que la cepa BSM 6 el crecimiento fue menor.



Figura# 4. Curva de crecimiento. De bacterias 1, 3, 4, 6 y 8 vs tiempo (horas).

En el Figura# 5 se observa que la bacteria BSM 10 a las 15 horas aproximadamente llego a su fase de crecimiento exponencial la cual se mantuvo hasta las 25 horas con un crecimiento alto y con la cepa BSM 13 quien presento un crecimiento aproximadamente a las 8 horas y se mantuvo hasta las 24 horas. Con las bacterias BSM 7, BSM 9 y BSM 12 su crecimiento fue muy parecido manteniéndose hasta las 24 horas.

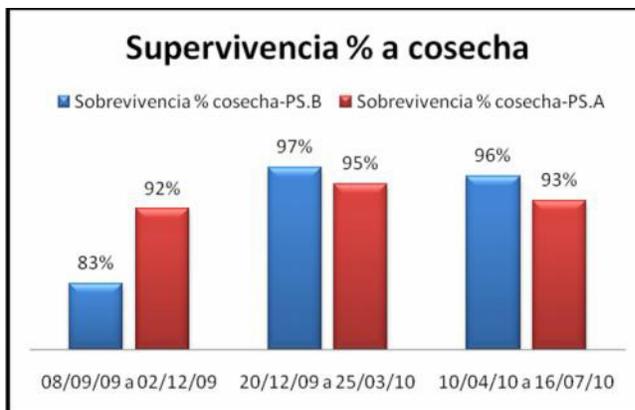


Figura# 5. Curva de crecimiento. De bacterias 7,9, 10, 12 y 13 vs tiempo (horas)

Determinar si existen diferencias significativas para los siguientes parámetros de:

Supervivencia

La Camaronera Uno en las tres corridas se puede observar que hubo un incremento en la supervivencia en las dos corridas siguientes es decir la mortalidad fue inferior a la primera corrida de la aplicación del probiótico prueba.



Figura# 30. Comparación de la supervivencia de las tres corridas, Camaronera Uno.

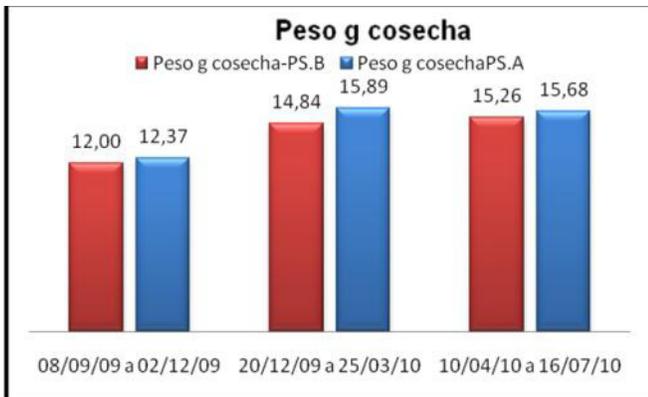
En la Camaronera Dos se puede observar que hubo un incremento en la supervivencia en las dos corridas siguientes, es decir la mortalidad fue inferior a la primera corrida de la aplicación del probiótico prueba.



Figura# 31. Comparación de la supervivencia de las tres corridas Camaronera Dos

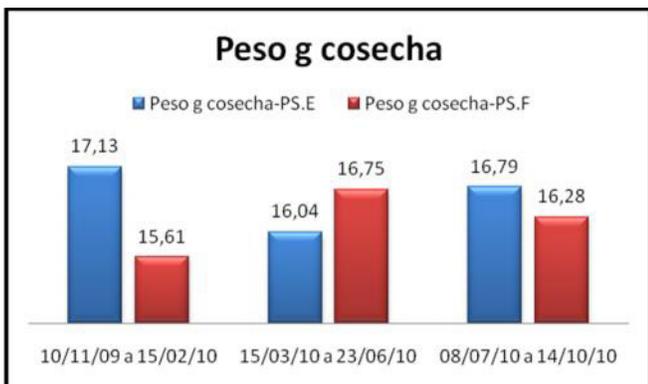
Peso promedio final

En la Camaronera Uno al término de los 90 días de cultivo del camarón los pesos promedios de las piscinas tratadas con probiótico durante las dos corridas siguientes si existió diferencia significativa de la primera corrida que se aplicó el probiótico prueba por primera vez. (Tabla.31)



Figura# 32. Comparación de los pesos promedios Camaronera Uno

En la camaronera Dos al término de los 95 días de cultivo del camarón, los pesos promedios de las piscinas tratadas con probiótico y durante las dos corridas siguientes, si existió diferencia significativa en relación a la primera corrida en que se aplicó el probiótico prueba por primera vez.



Figura# 33. Comparación de los pesos promedios Camaronera Dos

Tasa de crecimiento

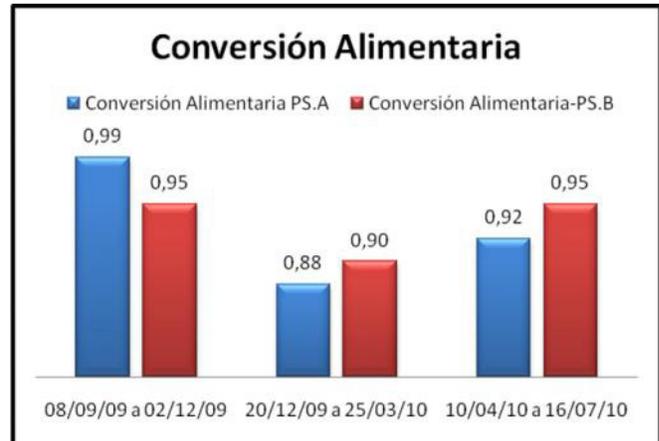
En la Camaronera Uno al cabo de los 89 días de cultivo, la tasa de crecimiento instantánea entre las piscinas de prueba y las piscinas control no hubo una diferencia significativa ($P > 0,05$).

En la Camaronera Dos al cabo de los 90 días de cultivo, la tasa de crecimiento entre las piscinas de pruebas y las piscinas de control no hubo una diferencia significativa ($P > 0,05$).

Conversión alimentaria

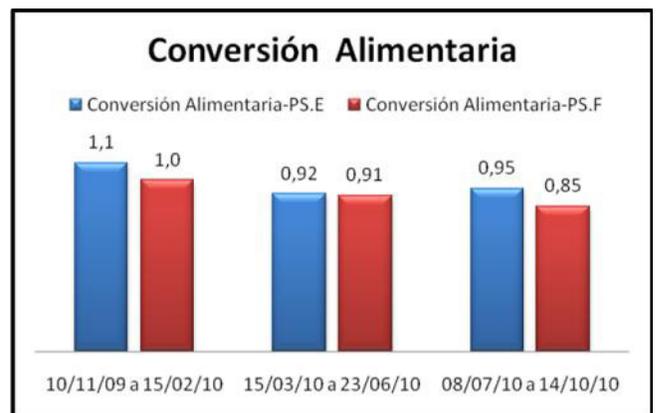
El alimento utilizado en la Camaronera Uno fue por un período de 90 días, tiempo que duró las dos siguientes corridas la cantidad de alimento

suministrado diariamente, se calculó de acuerdo a la biomasa existente en la piscina; En cuanto a la conversión alimentaria las piscinas de prueba de las dos corridas siguientes fueron menor que la primera corrida mostrando diferencias.



Figura# 34. Comparación de la conversión alimentaria Camaronera Uno

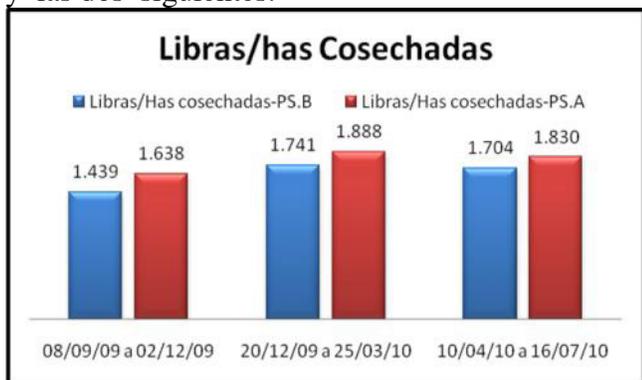
El alimento utilizado en la Camaronera Dos fue por un período de 94 días, tiempo que duró cada una de las dos siguientes corridas, la cantidad de alimento suministrado fue diariamente, se calculó de acuerdo a la biomasa existente en la piscina; En cuanto a la conversión alimentaria las piscinas de prueba de las dos corridas siguientes fueron menor que la primera corrida mostrando diferencias significativas.



Figura# 35: Comparación de la conversión alimentaria Camaronera Dos

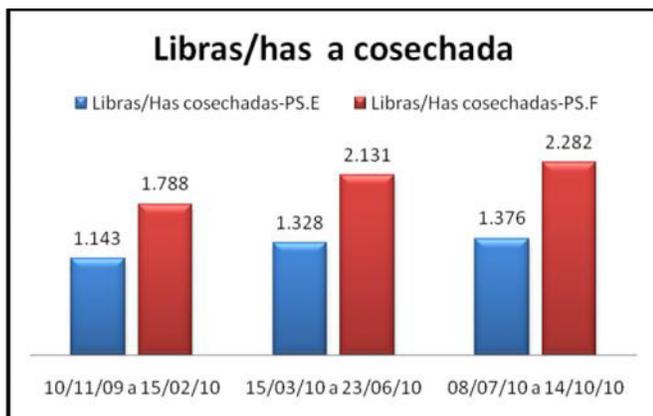
Libras de camarón cosechada

En la Camaronera Uno el análisis comparativo se lo realizó con las libras cosechadas de las piscinas prueba de las dos corridas siguientes vs las libras cosechadas en la primera corrida. Si existió diferencia significativa entre la primera corrida y las dos siguientes.



Figura# 36. Comparación de libras/ha a cosecha Camaronera Uno

En la Camaronera Dos el análisis comparativo se lo realizó con las libras cosechadas de las piscinas prueba de las dos corridas siguientes vs las libras cosechadas en la primera corrida. Si existió diferencia significativa entre la primera corrida y las dos siguientes.



Figura# 37. Comparación de libras/ha a cosecha Camaronera Dos

4. Discusión

La mayoría de los intentos para crear probióticos se habían llevado a cabo aislando y seleccionando cepas de ambientes acuáticos. Estos microbios fueron de los géneros *Vibrio*,

Pseudomona, bacterias del ácido lácticas, *Bacillus* y levaduras. Se buscaban tres características principales en los candidatos a mejorar la salud de su huésped: 1) Mostrar antagonismo a patógenos *in vitro*; 2) Su potencial de colonización debía estar documentado y, 3) Que las pruebas realizadas confirmaran que algunas cepas podían aumentar la resistencia a enfermedades de su huésped. (Gastesoupe, 1999). Las cepas bacterianas seleccionadas se aislaron del suelo de piscinas con problema de vibriosis, estas cepas identificadas presentaron antagonismo *in vitro* a *Vibriosis sp.* alto potencial de colonización, desplazamiento del patógeno y también acción biorremediadora, de acuerdo a los resultados obtenidos en los conteos.

Entre los principales géneros de bacterias benéficas se pueden mencionar *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, de entre otras, que actúan beneficiando al organismo en si o a su entorno (calidad de agua). Observaciones obtenidas en experimentos con animales, indican que bacterias probióticas (ácido lácticas) administradas oralmente pueden inducir la resistencia a infecciones entéricas (Holzapfel *et al.*, 1998), de igual manera hay reportes que demuestran que algunos compuestos bacterianos actúan como inmunoestimulantes en peces y crustáceos. Las cepas escogidas para los probióticos nativos como BSM1 (*Bacillus sp.*), BSM3 (*Pseudomonas sp.*), BSM7 (*Lactobacillus plantarum*), BSM2 (*Bacillus sp.*), BSM8 (*Pseudomonas sp.*), BSM10 (*Lactobacillus plantarum*), BSM11 (*Bacillus sp.*) y la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), actuaron beneficiando al camarón, agua y suelo, esto quedo demostrado en cada uno de las variables analizadas a cosecha.

El género *Bacillus* incluye una importante variedad de especies Gram-positivas, no patogénicas, con propiedades antagonistas. Son buenas secretoras de proteínas y metabolitos, fáciles de cultivar y altamente eficientes para el control de plagas y enfermedades (Berg & Hallmann, 2006). Los mecanismos de acción de *Bacillus spp.*, incluyen competencia por espacio y nutrientes (Handelsmann & Stabb 1996), inducción de resistencia (Kloepper & Ryu-M,

2006). El efecto antagónico de las cepas de *Bacillus sp.* en el probiótico nativo quedó evidenciado, pues se llegó a minimizar la presencia de vibriosis durante el cultivo de camarón lo que se observó en los conteos realizados tanto en las muestras de suelo, agua y camarón, lo que demuestra su propiedad antagonista, colonización y prevalencia de la misma en las piscinas prueba.

Las *Pseudomonas* son bacterias Gram negativas, bacilos rectos o ligeramente curvos, no helicoidales, móviles con flagelos polares monotricos y multitricos, no esporulados, citocromo oxidasa positiva, catalasa positivos. La mayor parte de estas especies de *Pseudomonas* oxidan hidratos de carbono, produciendo ácido (color amarillo solo en el tubo de prueba oxidación - fermentación (O-F) expuesto al aire, siendo esta prueba un mecanismo para determinar el metabolismo oxidativo, característica importante de bacterias Gram negativas no fermentadoras (MacFaddin, 2003). Las tres cepas de *Pseudomonas sp.* identificadas presentaron estas características de ser Gram negativas, bacilos, móviles, citocromo oxidasa positiva, catalasa positivos y la oxidación de los hidratos de carbono y su acción probióticas.

Varios estudios han reportado que la tasa de aislamiento del rango de probióticos utilizados va desde 1% al 4% del número total de bacterias buscadas (Pybus *et al.*, 1994; Spanggaard *et al.*, 2001). Con el reconocimiento de un número bajo donde es necesario buscar varios cientos de cepas bacterianas en orden para obtener suficientes números potenciales probióticos para futuros ensayos y registros cortos. De las catorce cepas aisladas del suelo, siete demostraron su potencial probiótico y su acción biorremediadora y las siete restantes quedan por probar en siguientes ensayos. El haber adicionado probióticos de cepas nativas, formulados con *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus sp.* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, al balanceado, en la dieta diaria de los camarones de las piscinas pruebas, tuvieron una diferencia significativa ($P > 0,05$) en la conversión alimentaria (primera corrida fue de $0,97(\pm 0,012)$ b; segunda corrida fue de

$0,89(\pm 0,006)$ c y tercera corrida fue de $0,94(\pm 0,008)$ c en la Camaronera Uno y en la Camaronera dos fue (primera corrida fue de $1,05(\pm 0,02)$ a; segunda corrida fue de $0,91(\pm 0,004)$ b y tercera corrida fue de $0,90(\pm 0,03)$ b). Esto concuerda con Guevara *et al.* (2003) nos indican que en un estudio realizado en Colombia, en el que adicionaron probióticos a base de bacterias como *Bacillus* y *Lactobacillus* y levaduras del género *Saccharomyces*, al alimento para tilapia roja en la fase de levante o engorde, demostraron que existió un efecto positivo, puesto que hubo diferencias significativas ($P < 0,05$).

Los efectos positivos en la aplicación de probióticos en el cuidado de la salud, promueven la conversión alimentaria para producción animal (Pollmann, D. *et al.*, 1980, Sissons, 1989). Lo que se demuestra en los resultados de la supervivencia de las piscinas prueba en las dos corridas siguientes si hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), Camaronera Uno, primera corrida $88(0,09)$ b segunda corrida $96(0,03)$ c tercera corrida $95(0,05)$ c. Camaronera Dos, primera corrida $63(\pm 0,27)$ a segunda corrida $74(\pm 0,17)$ b tercera corrida $80(\pm 0,22)$ b.

4. Conclusiones

1. La aplicación de pruebas bioquímicas permitieron la caracterización de cepas bacterianas cuyas características permiten aplicarlas como probiótico en el cultivo de camarón.
2. Las probióticos de bacterias nativas del cultivo de camarón inhibieron el crecimiento de las bacterias patógenas, además de incrementar el sistema inmunológico, que ayudan a mantener sano al animal.
3. Los catorce morfotipos, denotaron actividad antagónica en cultivos *in vitro*, confrontados con *Vibrio sp.* por lo que las siete cepas utilizadas en la formulación de los dos probiótico, dieron excelentes resultados en las piscinas prueba al no

presentar durante el cultivo problemas de Vibriosis.

4. Las cepas bacterianas identificadas fueron capaces de desplazar a bacterias patógenas y esto se puso de manifiesto, pues el índice de mortalidad en las piscinas prueba en la camaronera uno primera corrida fue de 17 % y en las dos corridas siguientes fue un promedio de 4,5 % y en la camaronera dos fue de 37% y en las dos corridas siguientes fue un promedio de 23%, por tanto se determina que estas bacterias colonizaron el intestino del camarón, fortaleciendo así el sistema inmunológico, a nivel de suelo las bacterias fueron capaces de adherirse y adaptarse al medio pues se las encontró en cada uno de las pruebas realizadas.
5. Las bacterias identificadas se ubican dentro del grupo de las Acidófilas y Neutrófilas por lo que podemos concluir que estas bacterias pueden adaptarse a diferentes condiciones de pH. De acuerdo al requerimiento de temperatura se las ubica en el grupo de las mesófilas. El requerimiento de cloruro de sodio para las catorce cepas están dentro de los rangos de 0,5 % a 3 %, lo que permite que estas cepas puedan ser utilizadas en cultivos donde hay rangos mínimos de salinidad.
6. De las catorce cepas de esta investigación solo siete fueron sometidas a pruebas en campo las mismas que nos dan a conocer su potencial como probióticos.
7. Los probióticos nativos aplicados en las piscinas pruebas, fueron probados en las dos estaciones verano e invierno, lo que se pudo comprobar su adaptabilidad y prevalencia.
8. Los probiótico de cepas nativas tuvieron un efecto benéfico en el suelo como se puede observar en las fotos del antes y el después de las piscinas prueba, al observar el mejoramiento cuanto a coloración, olor y lo compacto del mismo. Características de suelo que indican el grado de oxidación de los mismos.



Ilustración 1: Suelo de la Ps. A antes de la prueba y después de cosecha



Ilustración 2: Suelo de la Ps. B antes de la prueba y después de cosecha

5. Recomendaciones

1. La utilización de probióticos nativos para los sistemas de producción acuícola desde el punto de vista ecológico, para tener producciones sostenibles.
2. Restringir totalmente el uso de cualquier tipo de antibiótico o desinfectantes, si se está utilizando probióticos, ya que de utilizarlos inhibirían el crecimiento y acción de los microorganismos benéficos.
3. Los balanceados ya mezclados con el probiótico deben ser utilizados de inmediato o hasta máximo seis horas, pasado este tiempo se produce un efecto de fermentación.

Referencias

- [1] Alapide-Tendencia, E. V. & Dureza. L. A (1997). Isolation of *Vibrio sp.*, from
- [2] *Penaeus monodon (Fabricius)* with red disease syndrome. *Aquaculture*. 154: 105-112
- [3] Amann, M. (2005). Molecular identification of picoplankton populations in contrasting water of the Arabian Sea. *Aquat. Microb. Ecol* 39 145-157. *Aquaculture*, Volume 274, Issue 1, 1-14.

- [4] Balcázar, J; De Blas, I; Ruiz, I. (2006). The role of Probiotics in aquaculture.
- [5] Veterinary Microbiology, Volume 114, Issues 3-4, Pages 173-186.
- [6] Balcázar, J; Rojas, T; Cunningham, D. (2007). Effect of the addition of four potential probiotic strains on the survival of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) following immersion challenge with *Vibrio parahaemolyticus*. Journal of Invertebrate Pathology, Volume 96, Issue 2, Pages 147-150.
- [7] **Bergey, D. (1994)**. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Decima edición. 324-328.
- [8] **Bochow, H; Gantcheva, K. (1995)**. Soil introductions of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent and its population and activity dynamic. Acta Horticulturae 382:164-172.
- [9] **Brisou, J. C; Tysset, C; Rautlin de la Roy & Curcier, R. (1965)**. Marine bacteria especially Micrococcaceae. J. Gen. Microbiol. 41. 23.
- [10] **Boyd, C & Massaaut L (1999)**. Effect of probiotic on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture, Volume 269, 259-264.
- [11] **Burr, G., Gatlin, D. & Ricke, S. (2005)**. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. Journal of the World Aquaculture Society 36(4): 425-436.
- [12] **Chang, C. & Chen, H. (2000)**. Immunomodulation by dietary β -1, 3 glucan in the brooders of the black tiger shrimp *Penaeus monodon*. Fish & Shellfish Immunology, Vol. 10.505 – 514.
- [13] **Chapman P. A. (1997)**. *Vibrio alginolyticus* and diarrhoeal disease, J. Diarrhoeal Abstract. is. Res. 5, 40.
- [14] **FAO.2005**. Ecuador Profile. Resumen Informativo sobre la pesca por países: La República del Ecuador.
- [15] **Fuller. R (1989)**. Probiotics in man and animals. J Apolbacteriol.Vol.66. 365-378.
- [16] **Gastesoupe, F. J. (1999)**. The use of probiotic in aquaculture. Aquaculture. Vol. 180. 147- 165.
- [17] **Gatesoupe, F. J (1999)**. Effects of dietary supplementation with probiotic live yeast *Debaryomyces hansenii* on the immune and antioxidant systems of leopard grouper *Mycteroperca rosacea* infected with *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture Research. V. 42, 1676–1686. Gómez-Gil, B ; Tron-Mayen, L.;Roque, A ; Turnbull, J. F; Inglis, V. & Guerra-Flores.
- [18] **A. L. (1998)**. Species of *Vibrio* isolated from hepatopancreas, haemolymph and digestive tract of a population of healthy juvenile *Penaeus vannamei*. Aquaculture. 163:1-9.
- [19] **Hair, C; Bell, J. & Doherty, P. (2007)**. The use of wild-caught juveniles in coastal aquaculture and its application to coral reef fishes. In R.R. Stickney & J. McVey, eds. *Responsible Marine Aquaculture*. 327-351. Wallingford, England, CA
- [20] **Nishibuchi M; Ishibashi. M; Takeda, Y & Kaper J. B. (1995)**. Detection of the thermostable direct hemolysin gene and related DNA sequences in *Vibrio parahaemolyticus* and other *Vibrio* species by the DNA colony hybridization test. Infection and Immunity 49. 481-486.
- [21] **Norris, J.R & Ribbons, D.W. (1970)**. Methods in Microbiology. Academic Press .Vol. 3A. 16.
- [22] **Rodgers, P.B. (1989)**. Potential of biological control organisms as a source of antifungal compounds for agrochemical and pharmaceutical product development. Pesticide Science 27:155-164.
- [23] **Sakata, T. (1989)**. Microflora of healthy animals. In: Methods for the Microbiological Examination of Fish and Shellfish (Editors: Austin B. y Austin D. A.). 1st. Ed. Ellis Horwood Ltd. Chichester, England, U.K. 141-163.
- [24] **Shariff, M; Yusoff, F.M; Devaraja, T.N; Srinivasa Rao, S.P. (2001)**. The effectiveness of a commercial microbial product in poorly prepared tiger shrimp, *Penaeus monodon*(Fabricius), ponds. Aquac. Res. 32, 181–187.
- [25] **Sharma, O.P& Bhukhar, S.K.S. (2000)**. Effect of Aquazyn -TM-1000, a probiotic on the water quality and growth of *Cyprinus carpio* var. communis (L.). Indian J. Fish. 47, 209–213.
- [26] Spanggaard B; Huber, I; Nielsen, J; Sick, E.B; Pipper, C.B; Martinussen, T. (2001). The probiotic potential against vibriosis of the indigenous microflora of rainbow trout, Environ Microbiol. V, 12 ,:755-765.
- [27] **Speck, M.L.(1977)**. Interactions among Lactobacilli and man. J. Dairy Sci.59. 338-342. **Sissons, O. (1989)**. Characterization of thermostable cellulases produced by *Bacillus* and

- Geobacillus* strains. *Bioresource Technol.* 101(22). 879-880.
- [28] **Timmermans, L. P. M. (1987).** Early development and differentiation in sh. *Sarsia* 72, 331-339.
- [29] **Tortuero, F. (1973).** Influence of implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora. *Poultry Sci.* 52: 197-203.
- [30] **Varela, M. (2011).** Procesamiento de camarón (R6 y R2). *Boletín Mensual de Análisis Sectorial de MIPYMES*, 21, 21-22.
- [31] **Verschuerer, L; Rombaut, Net; Zorrueles, P & Verstraete, W. (2000).** Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews.* 64, 655-671.
- [32] **Vici, V & Bright, S. (2000).** Application of bacterins and yeast *Acremonium dyosporii* to protect the larvae of *Macrobrachium rosenbergii* from vibriosis. *Fish & Shellfish Immunology*, Vol. 10, 559 – 563.
- [33] **Vine, N.G; Leukes, W.D; Kaiser, H. (2006).** Probiotics in marine larviculture. *FEMS Microbiology Reviews*, Vol. 30. No.3, 404-427.

NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales es una revista científica-académica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Su objetivo es contribuir a la socialización y debate de la producción científica ámbito de la Ciencias Naturales y Ambientales. La revista se publica anualmente en el mes de diciembre.

Los autores pueden someter sus trabajos en la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, ya sea en español o inglés. Con el propósito de acelerar el proceso de edición, deben asumir los siguientes lineamientos, puesto que los artículos que no lo sigan serán rechazados o devueltos para que se realicen las correcciones pertinentes.

Tipos de artículos

1. Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales publicará artículos sobre los diversos aspectos de las Ciencias de la Vida, Biología Vegetal (Botánica), Biología Marina; Ciencias de la Tierra y del Espacio, Geología, Geología Aplicada a la Ingeniería, Geología Ambiental; Oceanografía, fundamentalmente de tres tipos:
 - De investigación, que reportan investigación empírica original relacionada con la educación, usando enfoques cualitativos, cuantitativos o mixtos.
 - De revisión, que contribuyan al progreso de la producción de conocimiento en alguno de los ámbitos de la educación. Se trata de manuscritos orientados a sintetizar investigación científica previa, a discutir problemas metodológicos, conceptuales o implicaciones de política educativa.
 - De discusión, que contribuyan a la discusión de política educacional latinoamericana.
 - No se publicarán artículos que expresen exclusivamente opiniones, anécdotas o interpretaciones no fundamentadas.

Originalidad

2. Los trabajos deben ser originales y no deben estar siendo evaluados simultáneamente en otra publicación.

Componentes de los escritos

3. La estructura de los documentos presentados contendrán al menos los siguientes apartados:
 - Título (Español e Inglés)
 - Resumen y Abstract (Español e Inglés)
 - Palabras clave (Español e Inglés)
 - Introducción
 - Materiales y Métodos
 - Resultados y Discusión
 - Conclusiones y Recomendaciones
 - Bibliografía referencial

1. La página "Título" debe incluir la siguiente información:
 - a. Título del artículo;
 - b. Nombre completo del autor o de los autores;
 - c. Grado profesional;
 - d. Nombre y dirección completa del centro de estudio o trabajo actual, incluyendo números y correo electrónico si lo tienen.

Los datos personales facilitados por los autores a esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito.

5. El Resumen y el Abstract deben ser escritos en español e inglés; y no deben superar las 200 palabras respectivamente. Deben resumir la información sobre el propósito/objetivos/hipótesis del trabajo, una breve descripción de los participantes, instrumentación, procedimiento y resultados.
6. Después del Resumen y Abstract se indicarán 4 palabras clave en español e inglés, que no sean repetitivas del título del artículo. Con este fin se utilizará el Vocabulario Controlado, 4^o edición del IRESIE (disponible en: http://www.iisue.unam.mx/seccion/bd_iresie/vocabulario.pdf), o el Tesoro de la UNESCO (Consulte en: <http://databases.unesco.org/thesp/>).
7. La Bibliografía referencial debe incluir todas y únicamente las publicaciones referidas en el texto.

Normas de estilo

8. Los trabajos deben ser compatibles con Microsoft Word. La extensión no debe superar las 7000 palabras, incluyendo el título, el resumen, las referencias bibliográficas, tablas y figuras.
9. Deben estar configurados en formato A4, con letra Times New Roman de 12 puntos con interlineado de 1,5.
10. Los cuadros, gráficos, tablas, mapas, figuras, fotografías, etc. deberán incluirse en el cuerpo del documento con una resolución de 300 dpi. Los pies de tabla se colocan en la parte superior de las mismas centradas y los pies de gráficos/figuras en la parte inferior.
11. Para la redacción de los trabajos los autores deberán apearse a las pautas del Manual de Estilo de la American Psychology Association (APA –6^o edición). Consulte: <http://www.apastyle.org/>. de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Cuando se haga referencia de manera general a una obra, se escribirá el apellido del autor, el año de edición y el número de página, dentro de un paréntesis: (Alberti, 2002: 39) o en el caso de dos autores (Rodríguez y García: 1998: 56); si son más de dos autores se anotará (Sánchez et al., 2003). Ejemplo:

“Escuchar es la manera como se compone todo aquello que nosotros logramos construir y establecer como verdade-

ro. He ahí el punto ciego” (Jaques Poulain, 2004: 16-17), porque lo tomamos como valor absoluto, lo establecemos en nuestras mentes a través de los que vemos y oímos, lo convertimos en verdades que apoyan a nuestros valores de interrelación con los otros para sentirnos aceptados, armonizando con nuestras ideas para compartirlo con nuestros compañeros sociales.

En el caso de utilizarse obras del mismo autor publicadas en el mismo año, se ordenarán alfabéticamente y se les distinguirá con una letra minúscula des pués del año: “La poesía no puede sacar partido del arrepentimiento, pues no bien se plantea este último, el escenario es interno” (Kierkegaard, 1992a: 79). “Un momento así exige tranquilidad, no debe ser perturbado por la reflexión” (Kierkegaard, 1992b: 100).

La bibliografía debe estar escrita en el mismo sistema, ordenada alfabética y cronológicamente según corresponda. No usar mayúsculas continuas. Los apellidos y nombres de los autores deben estar completos, es decir, no deben anotarse solo abreviaturas. Como norma general, los títulos de libros se reseñarán en cursiva; y los títulos de artículos, entre comillas y tipografía normal; ejemplo, véanse los siguientes ejemplos:

Para libros

Grize, Jean (1990), *Logique et langage*, Paris: Ophrys.

Dogan, Matei y Robert Pahre (1993), *Las nuevas ciencias sociales: la marginalidad creadora*, México: Grijalbo.

Poulain, Jaques citado en Álvarez González, Freddy Javier, Módulo 2, *Educación Ciencia y Sociedad*, Universidad Politécnica Salesiana, Unidad de estudios de posgrados, Quito, abril 2005.

Quijano, Aníbal: “Colonialidad del Poder, Eurocentrismo y América Latina”. En Edgardo Lander, comp. *Colonialidad del Saber, Eurocentrismo y Ciencias Sociales*. CLACSO-UNESCO, 2000.

Para revistas o capítulos de libros

Giménez, Gilberto (2003), “El debate sobre la prospectiva de las ciencias sociales en los umbrales del nuevo milenio”, en *Revista Mexicana de Sociología*, año 65, núm. 2, México: UNAM.

Morley, David (1998), “Debate mediático: interpretando las interpretaciones de las interpretaciones”, en Curran, James et al. [comps.] *Estudios culturales y comunicación*, España: Paidós Comunicación.

Para referencias a sitios web

Se indicará la ruta completa del trabajo señalando la fecha de consulta: Romero, Ernesto (2005), “Estudios sociológicos contemporáneos”, en *Sociología general*, núm. 35, México: unam. <<http://www.iis.unam.mx/biblioteca/principal.html>> [22 de enero de 2006]

Proceso editorial

12. El documento recibido por el editor responsable pasa por

dos procesos de selección:

- a. El primero se lleva a cabo en el Consejo Editorial Interno, quien determinará la pertinencia y solvencia científica del manuscrito.
 - b. El segundo proceso lo realiza el Consejo Editorial Externo, según el sistema de revisión por pares (doble ciego). En el caso de resultados discrepantes se remitirán a un tercer dictamen, el cual será definitivo.
13. Desde la Secretaría del Consejo Editorial se notificará a los autores la decisión de los evaluadores en cuanto a la aceptación, solicitud de revisión o rechazo del artículo.
 14. Si el artículo es aceptado para la publicación, los editores combinarán los comentarios de los revisores con sus propias observaciones editoriales y regresarán el manuscrito al autor principal para su revisión final. El autor debe entonces realizar las correcciones y cambios necesarios. Usualmente el tiempo dado para los cambios no será mayor a dos semanas.
 15. La coordinación editorial de la revista se reserva el derecho de hacer corrección de estilo y cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.
 16. Una vez diagramado el texto, se enviará una prueba de composición del artículo para corregir errores y su aprobación. En este punto no será posible hacer cambios en el manuscrito, sino solamente corregir errores. El autor debe retornar la prueba de impresión a los editores máximo una semana después de haberla recibido.
 17. Si un artículo es publicado en *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, el primer autor recibirá por correo postal tres ejemplares de la revista en la que ha sido publicado su trabajo.

Declaración de responsabilidad

18. Como parte del proceso de envío, se requiere que los autores indiquen si sus envíos cumplen con las siguientes indicaciones:
 - a. El envío no ha sido publicado previamente ni se ha enviado previamente a otra revista (o se ha proporcionado una explicación al Editor responsable).
 - b. El fichero enviado está en formato Microsoft Word o compatible, y no tiene una extensión superior a 7000 palabras.
 - c. El texto tiene interlineado 1.5; el tamaño de fuente es 12 puntos y el tipo es Times New Roman; y todas las ilustraciones, figuras y tablas están dentro del texto en el sitio que les corresponde y no al final.
 - d. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo de la American Psychology Association (APA).
 - e. La página “Título” incluye todos los datos identificativos de los autores.

Derechos de autor

19. Las obras que se publican en esta revista están sujetas a los siguientes términos:
 - a. El Servicio de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil (la editorial) conserva los derechos patrimoniales (copyright - © 2010, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Ecuador) de las obras publicadas, y favorece y permite la reutilización de las mismas bajo la licencia de uso indicada en el literal b.
 - b. Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales se publica en versión escrita bajo una licencia

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ec/>. Se pueden copiar, usar, difundir, transmitir y exponer públicamente, siempre que: i) se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista e editorial); ii) no se usen para fines comerciales; iii) se mencione la existencia y especificaciones de esta licencia de uso.

Presentación

20. Los artículos deben ser enviados mediante archivos adjuntos al e-mail: info@fccnugye.com, con copia al Editor responsable: carmenbonifaz@hotmail.com

CONTENIDO

Relaciones Tróficas en el Sistema Hídrico de la Provincia de los Ríos: <i>Ichthyoelephas humeralis</i> y <i>Brycon alburnus</i>	<i>Mónica Prado & Luis Muñiz</i>	3
Cronología Morfométrica Parcial del Tapirus Terrestres (Linnaeus, 1758) en Cautiverio	<i>Byron Calero & Betty Salvatierra</i>	19
Estudio Preliminar de la Diversidad de Cladóceros en el Lago Chongón, Guayas	<i>César Briones & Matilde Cornejo</i>	35
Estudio Multitemporal del Uso y Cobertura del Suelo del Sector Bajo Alto en la Provincia de El Oro Utilizando Sistemas de Información Geográfica	<i>Andrea Fuentes & Betty Muzzio</i>	53
Aislamiento e Identificación de Cepas Bacterianas de Ambientes nativos y su Aplicación Biorremediadora en el Cultivo del Camarón Blanco <i>Litopenaeus Vannamei</i>	<i>Milviana Maldonado & Roberto Retamales</i>	63



UNIVERSIDAD
DE GUAYAQUIL



Facultad
de **Ciencias Naturales**