

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARRERA INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE ISPI (*Orestias ispi*)

PRESENTADO POR:

RAMIRO CARLOS GUTIÉRREZ CHIPANA

La Paz, Bolivia

2013

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía
Carrera Ingeniería Agronómica

ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE ISPI (*Orestias ispi*)

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero en Agronomía*

RAMIRO CARLOS GUTIÉRREZ CHIPANA

ASESORES:

Ing. M.Sc. Víctor Castañón Rivera

Ph. D. Carla Ibáñez Luna

Ing. M.Sc. Isidro Callizaya Mamani

COMITÉ REVISOR:

M.V.Z. M.Sc. Marcelo Gantier Pacheco

M.V.Z. Rene Condori Equice

M.V.Z. Maria del Rosario Viscarra

APROBADO

Presidente del Tribunal Examinador

DEDICATORIA

A mi padre, Isaac Gutiérrez (+) y a mí amada madre Catalina Chipana por su apoyo, confianza y paciencia, a mis hermanos Javier, Eva, Rosmery, cuñados Fausto, Oscar, Jhanneth y a mis sobrinos Abraham, Rebeca, Adriana, Marcelo, Sara y Benjamín, quienes con su comprensión y cariño me impulsaron a culminar esta etapa y comenzar la vida profesional.



AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias mi Señor Jesús por darme fuerzas para vencer los momentos más difíciles durante la realización de la Tesis.

Mi sincera gratitud de corazón a las siguientes personas.

A la Ph. D. Carla Ibáñez Luna Asesor (a) gracias, por transmitirme tus conocimientos y por el apoyo en la culminación del presente trabajo.

Al Ing. M.Sc. Víctor Castañón Rivera, Docente Asesor por su enseñanza y apoyo en la culminación del presente trabajo.

Al Ing. M.Sc. Isidro Callisaya Mamani, Docente Asesor por su enseñanza y amistad.

Al M.Sc. Julio Pinto, Director de la Unidad de Limnología, y a los Licenciados Rubén Marín, Roberto Apaza y Ph. D. Carlos Molina por su amistad, guía y apoyo.

Al Sr. Ramón Catari por brindarme su amistad y compartir gratos momentos.

A la Unidad de Limnología perteneciente al Instituto de ecología de la Universidad Mayor de San Andrés por permitirme utilizar sus instalaciones.

A los compañeros de tesis Alex, Claudia y demás tesista de Limnología por su amistad y apoyo.

A mi tribunal revisor: M.V.Z. M.Sc. Marcelo Gantier, M.V.Z. Rene Condori y M.V.Z. Maria del Rosario Viscarra, por el tiempo dedicado a la corrección y revisión del mismo.

A los docentes de la Facultad de agronomía por enseñarme, durante la etapa de estudiante para mi formación profesional, así mismo a todas las personas ligadas a las funciones administrativas.

A mis amigos de estudio por su amistad y por compartir gratos momentos.

Resumen

El Lago Titicaca ubicado entre Bolivia y Perú es un ejemplo único de un gran Lago navegable, profundo y alto de Sud América por las coordenadas que presenta es catalogado como un Lago tropical de altura, sus aguas templadas poseen una gran diversidad de recursos vivos en flora y fauna acuática. La ictiofauna está constituida por especies nativas del lugar como el género *Orestias* que son los únicos representantes en el mundo, sin embargo debido al desequilibrio ecológico faunístico las especies nativas se encuentran en nivel de vulnerabilidad entre ellas tenemos a *Orestias ispi* que es capturado en grandes cantidades para la fabricación de harina de pescado, además esta especie nativa que habita en la zona pelágica sufre la presión por depredadores de dos especies introducidas donde se reporta hasta un 70% de *Ispi* en los contenidos estomacales de la Trucha y cerca al 75% en el contenido gástrico del Pejerrey. El presente estudio plantea realizar el análisis del contenido estomacal durante la época húmeda en dos regiones del Lago Titicaca, una en el Lago Mayor y otra en el Lago Menor parte Boliviana, considerando que estas dos zonas tienen características diferentes.

Los resultados encontrados en tracto digestivo del *Ispi* corresponden a *Daphnia pulex* con 61,10%, Calanoide con 16,43%, y Ciclopoide con 11,22%, con menor incidencia se encuentran *Ceriodaphnia* sp. con 6,42%, *Bosmina* sp. con 3,05%, seguido de Nauplius con 1,18%, casi ausente se encuentra Harpacticoide con 0,22% y los rotíferos *Keratella quadrata* con 0,48% , *Lepadella* sp. con 0,02%. El régimen alimenticio encontrado en *Orestias ispi* es esencialmente zooplanctófago su alimentación es diurna y es un cazador a vista que ataca preferentemente lo más grande del zooplancton. Así mismo se ha realizado una relación morfométrica con el régimen alimenticio mediante el Análisis de Correspondencia Canónico (CCA) donde muestra que las variaciones morfométricas identificadas para las dos localidades Carabuco (Lago Mayor) y Tiquina (Lago Menor) tienen relación con el régimen alimentario y el uso de hábitat.

Abstract

Lake Titicaca among Bolivian and Peru is a unique example of a large boating lake, deep and high in South America by the coordinates presented is classified as a tropical lake high, temperate waters have a great diversity of living resources in aquatic flora and fauna. The fish fauna consists of native species *Orestias* place like they are the only representatives in the world, however due to ecological imbalance faunistic native species found in level of vulnerability among them we have *Orestias ispi* that is captured in large quantities for the production of fishmeal, is also native species inhabiting the pelagic zone is under pressure by two introduced predators which reports up to 70% of *Ispi* in stomach contents of trout and about 75% in the Silverside of gastric contents. This paper examines perform the analysis of stomach contents during the wet season in two regions of Lake Titicaca, one on Lake Maggiore and Lake other minor Bolivian jurisdiction, considering that these two areas have different characteristics.

The results found in the digestive tract corresponds to *Daphnia pulex Ispi* with 61.10%, with 16.43% calanoid and cyclopoid with 11.22%, with lower incidence are *Ceriodaphnia* sp. with 6.42%, *Bosmina* sp. with 3.05% Nauplius followed with 1.18%, is almost absent Harpacticoidae with rotifers 0.22% and 0.48% with quadrat *Keratella*, *Lepadella* sp. with 0.02%. The diet is found essentially *Ispi* *Orestias* zooplánctófago daytime feeding is a hunter and is preferentially attacks the view that larger zooplankton. Also there has been a morphometric relationship to diet by Canonical Correspondence Analysis shows that (CCA) where morphometric variations for the two locations identified Carabuco (Lake Maggiore) and Tiquina (lower lake) are related to diet and use habitat.

Contenido General

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Contenido General	v
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivos general	3
1.1.2 Objetivo especifico	3
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1 Características generales del Lago Titicaca	3
2.1.1 El Lago Mayor	4
2.1.2 El Lago Menor	5
2.1.3 Climatología	6
2.1.4 Precipitación	6
2.1.5 Comportamiento hidrológico de las principales afluentes del Lago Titicaca	7
2.2 Zonificación del Lago Titicaca	7
2.2.1 Zona perifítica	7
2.2.2 Zona litoral	8
2.2.3 Zona pelágica	8
2.2.4 Zona béntica	8
2.3 Ecosistema acuático del Lago Titicaca	9
2.3.1 Comunidad biológica	10
2.3.1.1 Comunidad planctónica	10

2.3.1.2 Comunidad bentónica y litoral	11
2.4 Descripción de la flora del Lago Titicaca	12
2.4.1 Flora microscópica	12
2.4.2 Flora macroscópica	13
2.5 Descripción de la fauna zooplanctónica del Lago Titicaca	14
2.5.1 Comunidad de rotíferos	14
2.5.1.1 Morfología general	15
2.5.2 Comunidad de cladóceros	17
2.5.2.1 Morfología general	17
2.5.2.2 Identificación taxonómica	18
2.5.3 Comunidad de copépodos	19
2.6 Factores que influyen en el zooplancton	21
2.6.1 La luz	21
2.6.2 La temperatura	21
2.6.3 El oxígeno	22
2.6.4 El dióxido de carbono	22
2.7 Ictiofauna nativa del lago Titicaca	23
2.7.1 Afinidades filogenéticas de la ictiofauna nativa	23
2.8 Ictiofauna nativa en peligro de desaparición	24
2.8.1 <i>Orestias luteus</i>	25
2.8.1.1 Amenazas	26
2.8.2 <i>Orestias agassii</i>	26
2.8.2.1 Amenazas	27
2.8.3 <i>Orestias ispi</i>	27
2.8.3.1 Amenazas	28
2.8.4 <i>Trichomycterus rivulatus</i>	28
2.8.4.1 Amenazas	29
2.9 Causas para el peligro de desaparición de la ictiofauna nativa	31
2.9.1 Depredación de especies introducidas	31
2.9.2 Competencia de alimento	31
2.9.3 Sobre pesca	31

2.9.4	La inexistencia de legislación pesquera	32
2.9.5	Contaminación acuática	32
2.10	Hábitos alimenticios de las especies ícticas del lago Titicaca	32
2.10.1	Estudios realizados acerca del régimen alimenticio	33
2.11	Características biométricas	35
2.11.1	Características merísticas	36
2.12	Análisis estomacal	36
2.13	Descripción del Ispi	37
2.13.1	Ubicación taxonómica	38
2.13.2	Fisonomía externa del Ispi	38
2.13.3	Anatomía interna	39
2.13.3.1	Aparato digestivo	39
2.13.3.2	Órganos asociados	40
2.14	Identificación del sexo	40
2.14.1	Tamaño	40
2.14.2	Presión manual	41
2.14.3	Dissección	41
2.14.3.1	Reconocimiento de gónadas en hembras	41
2.14.3.2	Reconocimiento de gónadas en machos	42
2.15	Distribución del Ispi en el Lago Titicaca	43
2.16	Artes de pesca	44
2.17	Importancia económica	44
3.	LOCALIZACION	45
3.1	Ubicación geográfica	45
3.2	Localización de muestreo	46
3.2.1	Zona 1 (Carabuco)	46
3.2.2	Zona 2 (Tiquina)	47

4. MATERIALES Y METODOS	48
4.1 Materiales	48
4.1.1 Materiales y equipos de campo	48
4.1.2 Material biológico	48
4.1.3 Materiales y equipo de laboratorio	48
4.2 Metodología	49
4.2.1 Toma de mediciones morfométricas	50
4.2.2 Extracción de vísceras	51
4.2.3 Identificación y cuantificación del contenido estomacal	51
4.2.4 Análisis estadístico	54
4.2.4.1 Análisis morfométrico	54
4.2.4.2 Análisis de los contenidos estomacales	54
4.2.4.3 CCA (Análisis de correspondencia canónico)	55
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	55
5.1 Estadio gonadal en machos y hembras	55
5.2 Comportamiento de talla en machos y hembras	57
5.3 Organismos presa encontrados en el tracto digestivo del Ispi	57
5.3.1 Cladóceros	57
5.3.2 Copépodos	58
5.3.3 Rotíferos	60
5.4 Cantidad de organismos presa en el tracto digestivo del Ispi	60
5.5 Comparación de organismos presa de Carabuco y Tiquina	66
5.6 Análisis de las variaciones del régimen alimenticio de <i>Orestias ispi</i> de dos localidades	67
5.7 Análisis de las variaciones morfométricas de <i>Orestias ispi</i> de dos localidades	68
5.8 Relación morfométrica con el régimen alimenticio	70

6. CONCLUSIONES	74
7. RECOMENDACIONES	75
8. BIBLIOGRAFIA	77
9. ANEXOS	82

Índice de Figuras

Figura 1.	Lago Mayor con un paisaje cordillerano	4
Figura 2.	Lago Menor con vista a la cordillera Real	5
Figura 3.	Zonificación de un sistema acuático	8
Figura 4.	Comunidad de macrófitas en el Lago Titicaca	13
Figura 5.	Algunos rotíferos del Lago Titicaca	16
Figura 6.	Cladóceros del Lago Titicaca	18
Figura 7.	Copépodos del Lago Titicaca	20
Figura 8.	<i>Orestias luteus</i> (Carachi amarillo, Punku, K'ello)	26
Figura 9.	<i>Orestias Agassii</i> (Carachi negro)	27
Figura 10.	<i>Orestias ispi</i> (Ispi)	28
Figura 11.	<i>Trichomycterus rivulatus</i> (Mauri)	29
Figura 12.	Pesca de Mauri en el Lago Titicaca	30
Figura 13.	<i>Orestias</i> sp. de diferentes tamaños	30
Figura 14.	Características biométricas de los <i>Orestias</i>	36
Figura 15.	Anatomía externa del Ispi	38
Figura 16.	Anatomía interna del Ispi	39
Figura 17.	Ovas de una hembra reproductor Ispi	41
Figura 18.	Sistema reproductor de un macho Ispi	42
Figura 19.	Comercialización de Ispi	45
Figura 20.	Infraestructura de la unidad de Limnología	46
Figura 21.	Carabuco parte Boliviana del Lago Mayor	47
Figura 22.	Tiquina parte Boliviana del Lago Menor	47
Figura 23.	Materiales y equipos de laboratorio	49

Figura 24.	Toma de longitud de largo estándar en el Ispi	50
Figura 25.	Vísceras de Ispi extraído del cuerpo	51
Figura 26.	Análisis del contenido estomacal con el estereoscopio	52
Figura 27.	Estadios gonadales en hembras de Carabuco y Tiquina	55
Figura 28.	Estadios gonadales en machos de Carabuco y Tiquina	56
Figura 29.	Comportamiento de largo estándar en machos y hembras	57
Figura 30.	<i>Daphnia pulex</i>	58
Figura 31.	<i>Bosmina</i> sp.	58
Figura 32.	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	58
Figura 33.	Calanoide	59
Figura 34.	Ciclopoide	59
Figura 35.	<i>Keratella cuadrata</i>	60
Figura 36.	Distribución de los organismos presa en porcentaje para dos localidades Carabuco y Tiquina	61
Figura 37.	Contenido estomacal por dos localidades Carabuco y Tiquina	66
Figura 38.	Análisis de componentes principales (ACP) para 6 ítems Alimenticios de 75 individuos de <i>Orestias ispi</i> en dos localidades Carabuco (Lago mayor) y Tiquina (Lago menor)	67
Figura 39.	Análisis de componentes principales (ACP) para 8 variables morfométricas de 75 individuos de <i>Orestias ispi</i> en dos localidades Carabuco (Lago mayor) y Tiquina (Lago menor)	69
Figura 40.	Análisis de correspondencia canónica (CCA) para <i>Orestias ispi</i> en dos localidades Carabuco y Tiquina	71

Índice de Cuadros

Cuadro 1.	Ubicación política de los principales afluentes del Lago Titicaca	7
Cuadro 2.	Zonificación del Lago Titicaca con relación a la presencia de ictiofauna	9
Cuadro 3.	Comunidades biológicas del Lago Titicaca	14
Cuadro 4.	Características morfológicas externa de los Copépodos	20
Cuadro 5.	Especies ícticas del Lago Titicaca en peligro de desaparición	25

Cuadro 6.	Alimentación, hábitat y distribución de las especies de <i>Orestias</i> en el Lago Titicaca	33
Cuadro 7.	Estadios gonadales en distintos grados de madures sexual en hembras	42
Cuadro 8.	Estadios gonadales en distintos grados de madurez sexual en machos	43
Cuadro 9.	Organismos presa encontrados en Carabuco y Tiquina	61
Cuadro 10.	Comparación de organismos presa	62

1. INTRODUCCION

El Lago Titicaca ubicado entre Bolivia y Perú, es un ejemplo único de un gran Lago navegable, profundo y alto de Sud América rodeada por las altas cumbres de la cordillera Real y la cordillera Occidental peruana, por sus coordenadas entre (16°35' y 15°25' de latitud sud) es catalogado como un Lago tropical de altura (CCSLT, 2001). Sus aguas templadas poseen una gran diversidad de recursos vivos en flora y fauna acuática, formando una frontera natural entre el Estado Plurinacional de Bolivia y la República de Perú.

La ictiofauna está constituida por especies nativas, como el género *Orestias* que son los únicos representantes en el mundo. Entre las más conocidas son el Carachi, Carachi Enano, Punku e Ispi y el Mauri, Suche del género *Trichomycterus* más dos especies introducidas la Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) y Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*).

El ecosistema acuático ha cobrado gran atención en este tiempo por autoridades gubernamentales y privadas debido al desequilibrio ecológico faunístico en el descenso espectacular de las especies ícticas nativas (MMAyA, 2009). Este descenso es la consecuencia de varios factores, como la depredación de las especies introducidas, competencia de alimento y hábitat, contaminación del ecosistema acuático y la sobre pesca que amenaza a diferentes especies de *Orestias* (Vila *et al.* 2007; ALT, 2010).

Una de las especies nativas que sufre mayor presión en la zona pelágica es *Orestias ispi*, que es capturado en grandes cantidades para la fabricación de harina de pescado (MMAyA, 2009). Esta especie íctica nativa, también sufre la presión por depredadores de dos especies introducidas, donde se reporta hasta un 70% de Ispi en los contenidos estomacales de la Trucha y cerca al 75% en el

contenido gástrico del Pejerrey (ALT, 2001). Además de ser depredado, también *Orestias ispi* enfrenta la competencia por el alimento (zooplancton) por parte de los adultos Pejerrey (con largo estándar mayor a 200 mm), que seleccionan Copépodos mientras que los juveniles se alimentan mayormente de Cladóceros (Vaux y Wurtsbaugh, 1988, ALT, 2001). Así también se ha reportado un 60% de zooplancton y 40% de algas en las especies locales nativas como *Orestias agassii*, *Orestias mulleri* (Loubens y Sarmientos, 1985).

Finalmente la disponibilidad de su alimento está determinada por las condiciones físicas – químicas, que en los últimos años se ha reportado focos de contaminación en varias zonas del Lago Titicaca, como disminución de la penetración de luz por el incremento de una capa de Lemna, los gases disueltos y el material contaminante que los ríos afluentes llevan en sus aguas al Lago Titicaca, afectando de forma directa e indirecta la presencia y la densidad del zooplancton (ALT, 2001; MMAyA, 2009).

Son todos estos aspectos que hemos considerado para revalorizar la información sobre la dieta de *Orestias ispi*. El presente estudio, plantea realizar el análisis del contenido estomacal durante la época húmeda y en dos regiones del Lago Titicaca, una en el Lago Menor y otra en el Lago Mayor parte Boliviana considerando que estas dos zonas tienen características diferentes (profundidad, temperatura, penetración de luz, etc.). La información que genera nos permite comparar nuestros datos con estudios realizados hace más de veinte años, los posibles cambios registrados son una información valiosa, para tomar conciencia y valorar esta riqueza natural a través de programas y proyectos de conservación de la biodiversidad, con la ayuda de autoridades gubernamentales y también a la conciencia y uso de los recursos pesqueros por parte de los pescadores.

1.1 Objetivos

Los objetivos propuestos en este trabajo de investigación son:

1.1.1 Objetivo general

- Analizar el contenido estomacal del Ispi (*Orestias ispi*).

1.2.2 Objetivo específico

- Determinar el estadio gonadal del Ispi (*Orestias ispi*) por sexo.
- Identificar los organismos presa que consume el Ispi (*Orestias ispi*).
- Cuantificar los organismos presa que consume el Ispi (*Orestias ispi*).
- Comparar la cantidad de organismos presa que consume el Ispi (*Orestias ispi*) por zonas.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Características generales del Lago Titicaca

El Lago Titicaca, también llamado el Lago sagrado de los Incas, ubicado entre Bolivia y Perú a una altura de 3.810 m.s.n.m. rodeada por las altas cumbres de la cordillera Real y por la cordillera Occidental peruana. Tiene una superficie de 8.300Km², con una profundidad media de 285m y un ancho promedio de 50Km. Una de las características de este Lago es la temperatura de sus aguas entre 10 a 12°C de temperatura promedio, que son bastante calidad para esa altura, esto permite la existencia de una rica flora y fauna acuática (Lavayen, 2009).

Pérez (2006), indica la longitud máxima es de 175Km y una longitud de costa de 1.125Km, está ubicada geográficamente entre 14°03' a 20°00' latitud sud y 66°21'

a 71°07' longitud Oeste, se descompone en dos partes el Lago Mayor y el Lago Menor separados por el estrecho de Tiquina.

2.1.1 El Lago Mayor

También llamado Chucuito este Lago forma parte de Bolivia y Perú, es de azules y dulces aguas enmarcadas por un paisaje único y alimentados por el deshielo cordillerano, sus islas salpicadas de restos arqueológicos son el testimonio del dominio que ejercieron la civilización aymará, en esta parte del Lago se encuentra la isla del sol y la luna. Tiene una superficie de 6.311Km² y una profundidad máxima de 285m y una profundidad media de 107m en estos lugares habitan la Trucha, Pejerrey e Ispi, el Lago Mayor parte Boliviana circunda con las Provincias Camacho, Omasuyo y Manco Kapac que pertenece al Departamento de La Paz (Lavayen, 2009).



Figura 1. Lago Mayor con un paisaje cordillerano

La temperatura del agua varía de 10,9°C a 17,0°C, la tasa de consumo de oxígeno es una función de concentración, cuando está es baja los peces no

pueden extraer suficiente oxígeno para sus necesidades metabólicas causándoles la muerte, la concentración de oxígeno necesarias para satisfacer las necesidades del metabolismo basal se halla en el rango de 5.0 a 7.0mg/l. La producción primaria en este Lago alcanza los 500g/cm²/año que permite clasificarlo como un Lago eutrófico (PELT, 2002).

2.1.2 El Lago Menor

Llamado también Wiñay Marka, tiene una superficie de 1.428Km² que comparte Bolivia y Perú. La parte Boliviana de este Lago se caracteriza por sus bajas profundidades teniendo como promedio 9m y su parte más profunda 42m en la fosa de Chua. El panorama permite observar a la cordillera Real, la Isla Taquiri, Isla Paco y la Isla Calahuita donde los aymaras viven y trabajan la tierra y se dedican a la pesca tradicional, el Lago Menor parte Boliviana a su vez circunda con las Provincias Ingavi, Los Andes, Omasuyo y Manco Kapac del Departamento de La Paz (Lavayen, 2009).



Figura 2. Lago Menor con vista a la cordillera Real

Pérez (2006), indica la temperatura de agua en el Lago Menor varía de 8,5°C a 18,5°C, el clima en verano es templado y en invierno es frío y seco, la producción primaria anual alcanza a 50g/cm²/año que permite clasificarlo como un Lago oligotróficos.

Según Sarmiento, (1987) citado por Laura (2004), en el Lago Menor la biomasa Fitoplanctónica está constituida por 60 - 90% de Chlorophyceae, durante la primavera y verano predomina especies *Monorapmidium* sp. del orden Chlorocollales, y *Mougetia* sp. predomina durante todo el otoño e invierno.

Las áreas con zonas poco profundas está cubierto de totora, algas sumergidas, otras plantas como *Fontinalis* sp., *Mhyriophyllum* sp., *Elodea* sp, *Chara* sp. El pH comprende entre 8.56 y 8.65 que es un poco más elevado en relación al Lago Mayor debido a una actividad de fotosíntesis más alta del fitoplancton y de las muy abundantes macrófitas bénticas (Castañón *et al.* 2002).

2.1.3 Climatología

El clima del Lago Titicaca juega un papel importante como regulador de la temperatura ya sea en verano como en invierno que varía de 9°C en las zonas próximos al Lago, hasta 6,5°C en las zonas más alejadas. La temperatura máxima es de 18 a 21°C esto se registra durante el mes de enero y febrero; los más bajos ocurren durante el invierno con -5°C a las orillas del Lago y -20°C en las partes más alejadas (SDDP, 2007).

2.1.4 Precipitación

Las precipitaciones se divide en 4 periodos, un periodo de fuerte precipitaciones acompañadas con tormentas eléctricas y granizadas a partir de Diciembre hasta Marzo, un periodos de transición en Abril, otro periodo seco de Mayo a Agosto y

finalmente un periodo de transición de Septiembre a Noviembre. La precipitación promedio para el conjunto de la cuenca es de 670 a 700mm (SDDP, 2007).

2.1.5 Comportamiento hidrológico de las principales afluentes del Lago Titicaca

Las principales fuentes de aporte del recurso hídrico al Lago Titicaca son el Río Suchez, Río Huancane, Río llave, Río Coata y el Río Ramis el comportamiento hidrológico es variable, dicha variación es influenciado por los factores climatológicos, topográficos, textura del suelo, cobertura vegetal (SNHN, 2008).

Cuadro 1. Ubicación política de los principales afluentes del Lago Titicaca

Río	País	Dpto.	Provincia	Fuente de aporte anual
Suchez	Bolivia	La Paz	Camacho	340.21 MMC
Huancane	Perú	Puno	Huancane	594.93 MMC
llave	Perú	Puno	El Collao	1117.96 MMC
Coata	Perú	Puno	San Román	1267.40 MMC
Ramis	Perú	Puno	Huancane	2245.74 MMC

Fuente: CCSLT, (2001).

2.2 Zonificación del Lago Titicaca

Según CIDAB (2002), el Lago Titicaca se divide en diferentes zonas, la zona perifítica, zona litoral, zona pelágica y zona béntica.

2.2.1 Zona perifítica

Esta zona se caracteriza porque habitan allí los lagartos, sapos, culebras garzas, gaviotas y patos que anidan en la densidad de los totorales.

2.2.2 Zona litoral

Es la superficie del Lago o sea desde el lugar donde empieza el espejo de agua hasta donde crece la última planta dentro del agua se caracteriza por su temperatura caliente, existe mayor cantidad de plantas y alimento, en esta zona desovan los peces.

2.2.3 Zona pelágica

Es el centro del Lago bajo la superficie y alejado de las orillas en esta zona se encuentra el plancton y también se encuentra el Ispi, Pejerrey, Carachi, Mauri, Trucha.

2.2.3 Zona béntica

Esta zona es la base del Lago propiamente el suelo dentro del Lago, en esta zona vive los bentos que son organismos que sirven de alimentos a los peces como ser: la Sanguijuelas, Lombrices, Kani Kani y Caracoles.

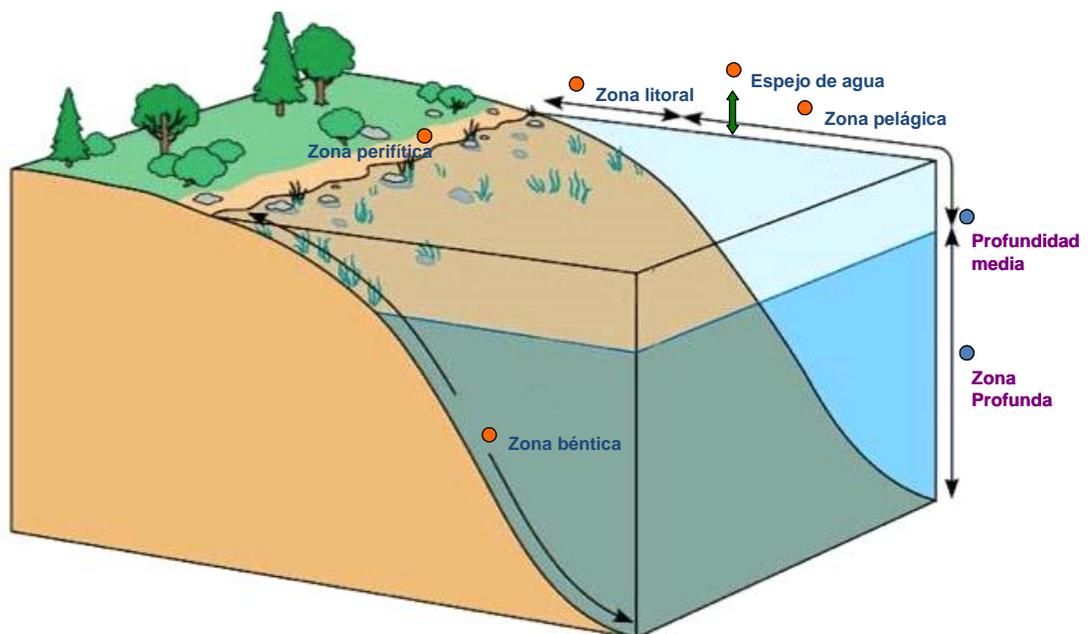


Figura 3. Zonificación de un sistema acuático

Para Portugal (2002), se distingue una zonificación del Lago con relación a la presencia de la ictiofauna y las profundidades como la zona profunda, zona con profundidad media, zona litoral sedimentaria y zona litoral rocosa.

Cuadro 2. Zonificación del Lago Titicaca con relación a la presencia de ictiofauna

Zona	Profundidad	Características	Hábitat
Profunda	50 a 201m	Es una zona abierta se encuentra solo en el Lago mayor.	Trucha, Pejerrey, Ispi.
Profundidad media	10 a 50m	Fondo desnudo.	Carachi negro, Carachi amarillo, Ispi, jóvenes Pejerrey.
Litoral sedimentario	Menor a 10m	Vegetación acuática, abundante y cantidad de alimento para los peces.	<i>Orestias</i> jóvenes y pequeños, también se encuentra alevinos de Pejerrey.
Zona litoral rocosa		Esta zona carece de macrófitas.	<i>Orestias</i> jóvenes muy rara vez.

Fuente: Elaboración propia, basado en Portugal, (2002).

2.3 Ecosistema acuático del Lago Titicaca

Se refiere al medio ambiente que le es propio de los seres vivos, en este caso animales y algas microscópicas que constituyen el alimento de los peces del Lago Titicaca.

Tarqui (2003), indica que el ecosistema comprende el estudio de la relación del sistema ecológico que rodea al ser, también añade que en el Lago Titicaca existe una diversidad de especies acuáticas, los que se encuentran asociados y manteniendo en equilibrio el ecosistema acuático.

El ecosistema del Lago Titicaca se compone de diferentes factores abióticos y bióticos. Los factores abióticos son aquellos que no tienen vida, pero son importantes para dar vida a otros. Los factores bióticos se refiere aquellos organismos que si tienen vida como los animales y plantas desde sus tamaños mas grandes hasta los organismos más pequeños que no se los ve o difícilmente se alcanza a ver a simple vista (PELT, 2008).

Para Tarqui (2003), indica que dentro de un ecosistema acuático existen productores, consumidores primarios, consumidores secundarios y desintegradores.

- Los productores, son aquellos que representan a todos los vegetales como plantas superiores e inferiores hacemos referencia a las plantas acuáticas.
- Los consumidores primarios, representados por animales herbívoros como peces, crustáceos, insectos, moluscos, zooplancton, etc.
- Los consumidores secundarios están representados por animales carnívoros, omnívoros como la Trucha y el Pejerrey, etc.
- Los desintegradores, representan a las bacterias y hongos, encargados de degradar la materia orgánica de organismos muertos, liberan al mismo tiempo sustancias minerales aprovechados por los productores.

2.3.1 Comunidad biológica

La comunidad biológica son lugares donde se encuentran cantidades de alimento para los peces, estos lugares se los conoce como comunidad planctónica, comunidad bentónica y litoral (Colé, 1988 citado por Quispe, 2000).

2.3.1.1 Comunidad planctónica

La comunidad planctónica es un grupo heterogéneo de pequeñísimas plantas y animales, derivan o nadan débilmente en la masa del agua. La planta animal o

bacteria individual en esta comunidad es llamada plancter o plancton; el plancter vegetal es el fitoplancton que son algas unicelulares y los plancter animal es el zooplancton que son animales microscópicos entre ellos tenemos a los copépodos, alelos, pulgas de agua (Colé, 1988 citado por Quispe, 2000).

Según el CIDAB (2002), el plancton es muy importante para la vida del Lago, existe un plancton de origen vegetal llamado fitoplancton que utiliza como alimento la luz del sol y los minerales disueltos en el agua, estos constituyen el alimento de otros más grandes que es el zooplancton que a su vez constituyen el alimento de los peces del Lago incluidos los más pequeños, es decir de los recién nacidos que se llaman alevinos, así mismo el CIDAB indica que la secuencia repetida de comer y ser comido se conoce como “Cadena Trófica”.

Indica Castañón *et al.* (2002), el zooplancton son animales microscópicos invertebrados que constituyen un recurso importante dentro de la cadena de alimentación en el sistema acuático. Así mismo menciona que el zooplancton es de mucha importancia ya que constituye el alimento de los peces como el Ispi y los alevinos de otras especies que habitan en el Lago Titicaca.

Estos pequeños animales en el agua tienen la apariencia de polvo que constantemente esta en movimiento es fácil de encontrarlos en las orillas de los Lagos, en las zonas de los totorales y en las desembocaduras de los botes.

2.3.1.2 Comunidad bentónica y litoral

En la comunidad bentónica los bentos están compuesto por organismos que habitan en el fondo del Lago o sea en el suelo, se divide en fitobentos y zoobentos. El fitobento incluye a las macrófitas acuáticas que son plantas grandes y a las algas del fondo. El zoobentos litoral es extremadamente variado con el de las regiones profundas debido a la abundancia de micro hábitat como

Protozoarios, Nematodos, Ostracodos, Gasterópodos, Insectos (Colé, 1988 citado por Quispe, 2000).

Para el CIDAB (2002), estos lugares son de gran importancia en el ecosistema del Lago por ser sitios en el cual se encuentra alimento para muchos peces.

Los zoobentos también conocidos como animales macroscópicos, estos animales son visibles a simple vista pero todavía su tamaño es diminuto son especies que se alimentan de los animales microscópicos. Estos animales bentónicos por su tamaño y por sus características nutritivas son el alimento de peces, ranas y pájaros (Castañón *et al.* 2002).

2.4 Descripción de la flora del Lago Titicaca

De acuerdo a Castañón *et al.* (2002), al igual que los animales, la flora es muy diversificada.

2.4.1 Flora microscópica

Son plantas diminutos que no se puede ver a simple vista se conoce como el fitoplancton estos le dan un color verde al agua, estas plantas durante el día posibilitan la oxigenación del agua también sirven de alimento a los organismos microscópicos y macroscópicos del Lago (Castañón *et al.* 2002).

Al respecto García y Fonturbel (2003), menciona que en el Lago Titicaca existe una amplia diversidad de formas microscópicas de algas especialmente diatomeas con los géneros más representativos *Navícula*, *Frafilaria*, *Ciclotella* y otras algas microscópicas como *Cyanophytas*, *Euglenophytas* y *Chlophytas*.

2.4.2 Flora macroscópica

La vegetación acuática emergente se caracteriza por la presencia de comunidades palustres heliofísicas denominados totora (*Schoenoplectus totora*), lenteja de agua (*Lemna gibba*), y Okururo (*Hydrocotyle ranunculoides*), estas dos ultimas especies son indicadores de contaminación orgánica (PSID, 2004).

Para Castañón *et al.*(2002), las comunidades de macrófitas del Lago Titicaca se caracterizan por su densidad y su extensión ocupa todas las zonas poco profundas del Lago Menor y las bahías de profundidades menores, en el Lago Mayor.



Figura 4. Comunidad de macrófitas en el Lago Titicaca

Así mismo estas comunidades de macrófitas, del Lago Titicaca están representadas por especies como la totora (*Schoenoplectus totora*), lema (*Myriophyllum elantinoides*), janch'alia (*Elodea potamogetom*), purina (*Chara sp.*), lenteja de agua (*Lemna gibba*), azolla (*Azolla sp.*), entre otras (SDDP, 2007).

Cuadro 3. Comunidades biológicas del Lago Titicaca

Fitoplancton	Macrófitas	Zooplancton	Fauna béntica
Diatomea	Schoenoplectus	Cladóceros	Oligoquetos bénticos ,
Cianofíceas	Myriophyllum	Copépodos	Hirrudineos, Esponjas,
Clorofíceas	Elodea	Rotíferos	Moluscos,Ostracodos,
Pirrofítas	Chara		Amphipodos, Hidroacaridos, Insectos

Fuente: Dejoux et Iltis, (1991) mencionado por Quispe, (2000).

2.5 Descripción de la fauna zooplanctónica del Lago Titicaca

Indica ALT (2001), el zooplancton es considerado un grupo cosmopolita de los ambientes acuáticos asociados a la productividad de un sistema acuático, que cumple un rol fundamental dentro de la red trófica como consumidor primario a su vez el zooplancton está representado principalmente por tres grupos: Rotíferos y dos subclases de Crustáceos como Cladóceros y Copépodos.

2.5.1 Comunidad de rotíferos

Los rotíferos son organismos pequeños, solo pocos alcanzan el milímetro sin embargo la importancia ecológica del grupo es muy grande, estos organismos pequeños sirven de alimento a pequeños carnívoros especialmente larvas de peces, presentan un ciclo y un metabolismo acelerado donde se alimentan principalmente de detritus y bacterias (Del Castillo, 1992).

Para Wetzel, (1979) mencionado por Ibáñez (2000), los rotíferos están distribuidos de forma abundante en las aguas dulces, solo dos géneros y algunas especies se encuentran en el mar. Forman una parte significativa del zooplancton en los ríos y lagos y son reconocidos por su gran éxito al colonizar la zona pelágica de los lagos.

2.5.1.1 Morfología general

Señala Del Castillo (1992), el cuerpo de los rotíferos consta de tres partes: cabeza, tronco y pie.

- a. La cabeza muestra una corona ciliada anterior la cual sirve como un medio de locomoción para coleccionar alimento, además presenta órganos sensoriales ópticos y táctiles así como la abertura oral.
- b. El tronco está inundado por fluido corporal y contiene los órganos digestivos, órganos reproductores, excretorios y nerviosos. Los elementos de importancia taxonómica son:
 - La estructura del matrax (diferenciación de la faringe).
 - La estructura del tracto digestivo.
 - La presencia de un par o simple vitelario.
 - El número de núcleos en el vitelario.
 - El número de bulbos flamígeros.
 - La presencia, ausencia y estructura de uno o más ojos
 - Relevante pero taxonómico en la estructura del caparaz cuticular o lorico.
- c. El pie de los rotíferos normalmente presenta dos dedos y contiene glándulas pediales que se abren en los extremos de los dedos, a su vez la estructura del pie es también de gran importancia taxonómica.
- d. La corona que presenta los rotíferos se distingue en varias áreas, como una banda círculo apical que rodea al campo apical y está compuesta por cilios. También la boca está rodeada por la corona, presenta una parte preoral y es llamada trochus y por la parte post oral llamada cingulum.

- e. El tegumento de los rotíferos consiste de un delgado y uniforme sincitio, donde muchos de los rotíferos producen una capa de variable rigidez, la cual consiste de escleroproteínas llamada lórica, la estructura de esta lórica es un criterio extremadamente importante en la identificación y clasificación de los rotíferos. La morfología de los apéndices de la lórica es importante en la capacidad de flotación de las especies planctónicas o también sirve para otros medios como defensa contra los predadores.

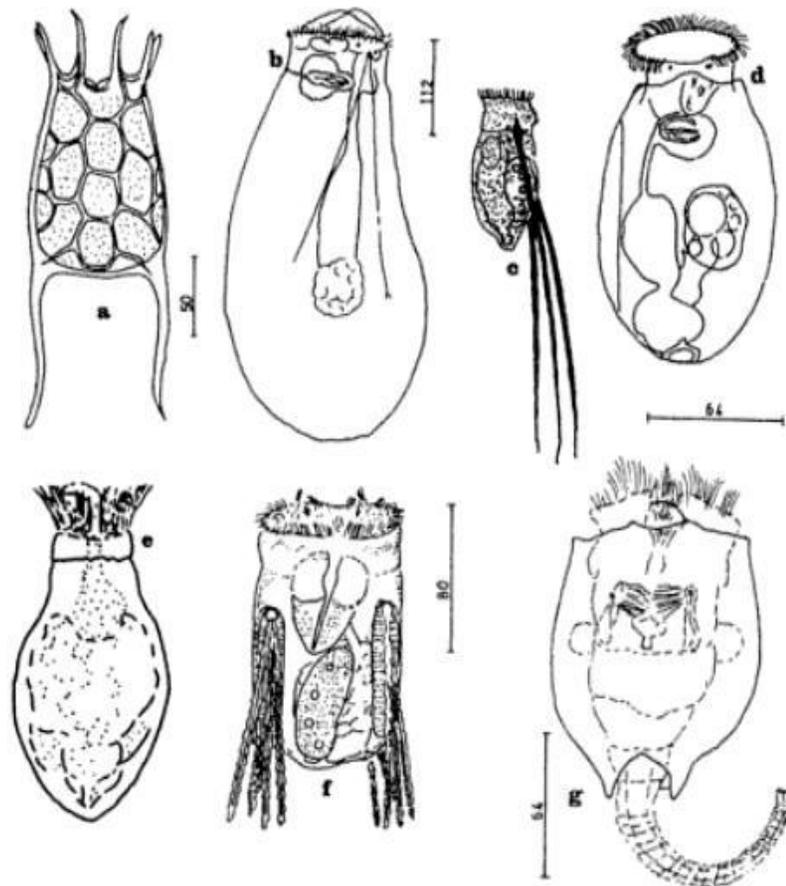


Figura 5. Algunos rotíferos del Lago Titicaca

a) *Keratella quadrata* **b)** *Asplanchna* sp. **c)** *Filinia longiseta* **d)** *Pompholyx* sp.
e) *Ascomorpha* sp. **f)** *Polyarthra* sp **g)** *Brachionus* sp. (Fuente: Pinto, 1991).

2.5.2 Comunidad de cladóceros

Los cladóceros son un grupo de pequeños crustáceos que habitan en diversos sistemas de agua desde grandes lagos hasta charcos pequeños, son animales de pequeño a media talla de unos 0,25 a 12mm (Del Castillo 1992).

Todos los cladóceros tienen la capacidad de nadar en menor o en mayor grado, sin embargo se sabe de sus preferencias de hábitat en algunos casos bien marcados es así que las familias Bosminidae, Sididae, Daphnidae en especial los géneros *Diaphanosoma*, *Daphnia* y *Bosmina*, son de preferencia pelágicas es decir que están adaptadas a permanecer en el área limnetica de los cuerpos de agua sin contacto con la superficie o con el fondo. La mayoría de los restantes taxones principalmente los representantes de las familias Macrothricidae y Chydoridae habitan en los litorales y zonas bénticas, esto significa que viven relacionados a algún sustrato, sean estas las superficies de piedras o las partes sumergidas de las plantas de las zonas litorales o la parte superior de los sedimentos del fondo (Paggi, 1995 citado por Ibáñez, 2000).

2.5.2.1 Morfología general

Los caracteres más importantes del grupo cladócera son:

- Un caparaz o caparazón bivalvo, lateralmente comprimido protegiendo el tronco y los apéndices del mismo.
- La segunda antena bifurcada y el post abdomen curvado en posición anteroventral.
- El margen posterior del caparaz puede llegar a formar una espina (*Daphnia* sp) o un mucro (*Bosmina scapholeberis*).
- La cabeza se encuentra relativamente inclinada y protegida por el caparaz terminal.
- Presenta un ojo compuesto y un ojo nauplico (ocelo).

- La primera antena es corta con setas terminales y no segmentadas, la segunda antena es desarrollada y constituye un poderoso órgano natatorio.
- Los apéndices del tronco, lateralmente comprimidos (en número de 4 a 6) son usados para coleccionar y filtrar partículas alimenticias donde la mayoría son filtradores, aunque algunos son depredadores y presentan sus apéndices bien desarrollados para permitir de esta manera la captura de pequeñas presas (Del Castillo, 1992).

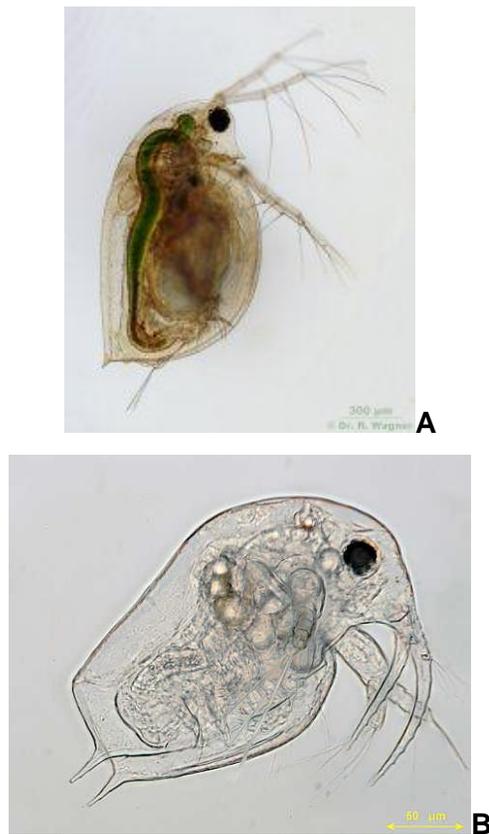


Figura 6. Cladóceros del Lago Titicaca

A) *Daphnia pulex* B) *Bosmina* sp.

2.5.2.2 Identificación taxonómica

Generalmente son varios los criterios taxonómicos que tienen importancia en la identificación y determinación de este grupo de organismos, donde la morfología general tiene un gran peso, iniciada a través de la estructura del caparazón, las antenas especialmente la primera y luego la segunda, el post abdomen está

aplanado lateralmente y fuertemente quitimizado. Anatómicamente este contiene a la parte posterior del intestino y el ano, el post abdómen termina con una doble garra (furca), la cual está reducida en muy pocos casos, esta garra puede tener 1 o 2 espinas basales y su diversidad presenta un gran valor taxonómico.

El margen dorsal del post abdómen lleva una serie de dentículos (pequeñas espina), generalmente en línea y en posición distal al ano. De esta manera, el margen del post abdómen y de la furca son importantes criterios de identificación (Del Castillo, 1992).

2.5.3 Comunidad de copépodos

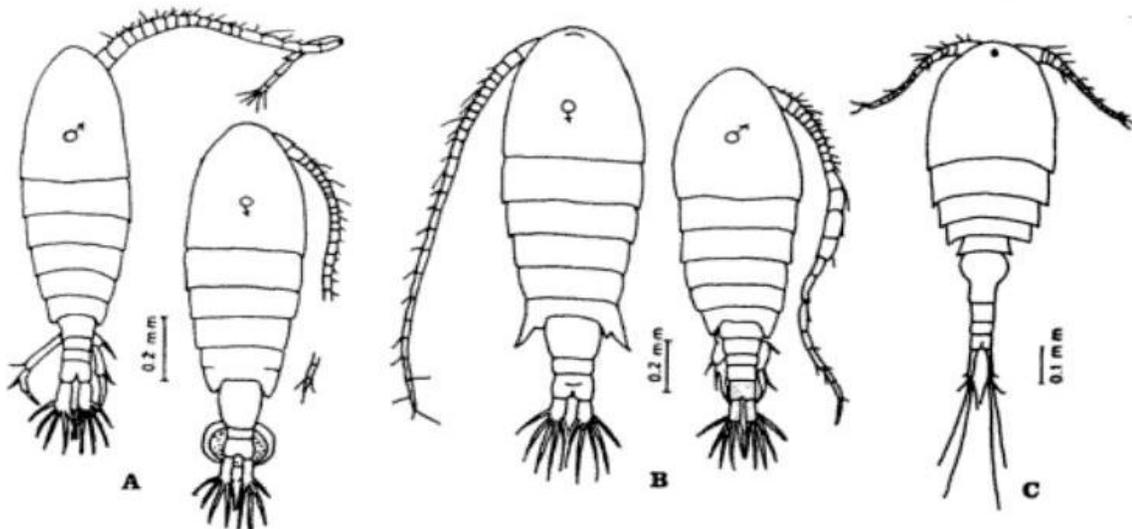
Para Reid, (1985) citado por Ibáñez (2000), los copépodos son micro crustáceos se encuentran en casi todos los cuerpos de agua del mundo, son frecuentemente abundantes y constituyen una parte importante de la cadena alimenticia acuática entre ellos tenemos a los Calanoide, Cyclopoide y Harpacticoide son los tres grupos de copépodos. Este grupo comprende especies herbívoras, omnívoras o carnívoras que se alimentan de detritus, fitoplancton, pequeños invertebrados u otros microorganismos, a su vez Ibáñez (2000), indica que los copépodos sirven como alimento de muchos invertebrados, peces jóvenes y planctofagos.

La mayoría de los copépodos son algo pálidos o transparentes, algunas especies pueden presentar coloraciones muy brillantes como rojas, naranjas, cafés, púrpura o negros, en el siguiente cuadro se muestra las características morfológicas externa de los tres grupos de copépodos.

Cuadro 4. Características morfológicas externa de los copépodos

Copépodos	Longitud	Cuerpo	Anténulas	Tipo de furca	Hábitat
Calanoide	Mayor o menor a 1mm	Redondeado elongado abdomen con segmento tipo anillos.	Más largo que su cuerpo.	Simétrica presenta 5 a 6 setas furcales igual longitud.	Lagunas lagos y bofedal.
Ciclopoide	Mayor o menor a 0,6 mm	Redondeado separado del abdomen con segmento tipo anillo.	Cortas.	Simétrica con setas furcales de diferente longitud.	Lagunas lagos y bofedal.
Harpacticoide	Menor de 1mm	Vermiforme largo delgado sin una visible separación entre el tórax y el abdomen.	Muy cortas.	Las ramas furcales pueden estar modificadas o asimétricas.	Marinos pocas especie de aguas dulces.

Fuente: Elaboración propia, basado en Del Castillo, (1992).

**Figura 7. Copépodos del Lago Titicaca**

A) *Boeckella titicacae* B) *Boeckella occidentalis* C) *Metacyclops* sp. (Fuente: Pinto, 1991)

2.6 Factores que influyen en el zooplancton

Para Infante, (1988) citado por Ibáñez (2000), los factores que influyen en el zooplancton son factores físicos, químicos como la disminución de la penetración de la luz, el incremento de la materia en suspensión, la conectividad de estos cuerpos y el material que los ríos llevan en sus aguas a los lagos son factores que afectan de forma la presencia y la densidad del zooplancton. Así mismo añade a la luz, la temperatura el oxígeno y dióxido de carbono que afectan de forma indirecta o directa al zooplancton.

2.6.1 La luz

Factor que influye indirectamente en el zooplancton puesto que es determinante en el proceso de la fotosíntesis, cuando la luz penetra en el agua sufre un fenómeno de atenuación exponencial consecuencia de la absorción y de la dispersión de agua y de partículas suspendidas, también menciona que algunas longitudes de ondas de luz penetran más que otros influyendo en la distribución vertical de las algas y en la migración vertical del zooplancton relacionado a las probabilidades de encuentro por depredadores naturales.

2.6.2 La temperatura

Juega un papel importante en la distribución y la reproducción como la maduración y puesta de huevos del zooplancton.

Para Margalef, (1983) mencionado por Ibáñez (2000), da un ejemplo acerca de la reproducción de los cladóceros, donde la eclosión de los huevos será más rápido a mayores temperaturas o sea que a 30°C el tiempo de incubación es de 55 horas, aunque para una temperatura de 15°C se necesita 100 horas, las fluctuaciones de temperatura se presentan por acumulación en la capa superficial y por la acción mecánica del viento produciendo mezclas en la que el agua más calientes es llevada hacia las profundidades, cuando la capa superior está

caliente, menor densa se mantiene la capa de agua fría del fondo. Este fenómeno se conoce como estratificación y está acompañada de la formación de una capa intermedia denominada termo clima.

2.6.3 El oxígeno

Juega una función esencial en el mantenimiento de la vida por el proceso de respiración que lleva acabo los organismos aeróbicos. La respiración y la descomposición de la materia orgánica pueden consumir una parte importante de este gas agotándolo en el hipólímnion, entonces el espacio para la vida planctónica que daría más restringida.

El oxígeno disuelto en el agua proviene principalmente de la atmósfera y del proceso de la fotosíntesis que lleva a cabo el fitoplancton y las macrófitas su solubilidad depende de la temperatura, a bajas temperaturas se disuelve una mayor cantidad de oxígeno, donde la estacionalidad determina la cantidad de oxígeno, en época fría habrá mayor cantidad de oxígeno disuelto que en las épocas de calor.

2.6.4 El dióxido de carbono

Es otro gas importante en el metabolismo de un lago se intercambia a través de la superficie o se genera en el proceso respiratorio del mismo lago. El dióxido de carbono reacciona con el agua formando ácido carbónico el cual se disocia aumentando la concentración de hidrogeniones, produciendo se también carbonatos y bicarbonatos. Las diferentes formas de dióxido de carbono en el agua están determinadas por el pH a valores altos de pH predominan los carbonatos y a valores bajos el dióxido de carbono. Cuando las aguas no son extremadamente ácidos o básicos el sistema dióxido de carbono, bicarbonatos y carbonatos actúa como tampón manteniendo en la mayoría de los lagos un pH entre 6 y 8.

2.7 Ictiofauna nativa del Lago Titicaca

La ictiofauna nativa del Lago Titicaca está constituida por los géneros *Orestias* y *Trichomycterus*: Dentro del género *Orestias* los más conocidos son el Carachi negro, Carachi amarillo, Carachi enano y el Ispi, dentro de género *Trichomycterus* está el mauri y el suche (CIDAB, 2002).

2.7.1 Afinidades filogenéticas de la ictiofauna nativa

Según Parenti, (1984) citado por MMAyA (2009), el género *Orestias* incluye 43 especies y más de la mitad de éstas, 23 son endémicas del Lago Titicaca. De acuerdo a sus afinidades filogenéticas la autora reconoce la existencia de cuatro grupos de especies denominados complejos que son mencionados a continuación:

- El grupo I conforma el complejo *Orestias cuvieri* con cuatro especies (*Orestias cuvieri*, *Orestias pentlandii*, *Orestias ispi* y *Orestias forgeti*).
- EL grupo II conforma el complejo *Orestias mulleri* con cinco especies (*Orestias mulleri*, *Orestias gracilis*, *Orestias crawfordi*, *Orestias tutini* y *Orestias incae*).
- El grupo III conforma el complejo *Orestias gilsoni* con diez especies (*Orestias gilsoni*, *Orestias taquiri*, *Orestias mooni*, *Orestias uruni*, *Orestias minimus*, *Orestias minutus*, *Orestias tchernavini*, *Orestias tomcooni*, *Orestias imarpe* y *Orestias robustus*).
- El grupo IV conforma el complejo *Orestias agassii* con cinco especies (*Orestias albus*, *Orestias agassii*, *Orestias laucaensis* y *Orestias luteus*).

Sin embargo dentro de estos géneros siguen existiendo muchas dudas particularmente dentro del complejo *agassii* y *gilsoni*. Estudios genéticos de estos dos grupos son necesarios ya que es el 70% de todas las especies son amenazadas (Sarmiento y Barrera, 2003).

2.8 Ictiofauna nativa en peligro de desaparición

La ictiofauna nativa del Lago Titicaca estudiadas y apreciadas por varios ictiólogos y biólogos, indican que hace años atrás el Lago Titicaca poseía una abundante población de peces. En la actualidad la abundante población de *Orestias* y *Trichomycterus* han sido afectados negativamente a lo largo de este tiempo disminuyendo su población (Plan Acción, 2009).

De acuerdo a comunicación personal de pescadores antiguos como el Señor Isidro Choquehuanca Tola que pesca desde joven en el sector de Silaya y Tiquina (Lago Menor) y el Señor Tomas Choque Quispe otro pescador que pesca en el sector de Carabuco (Lago Mayor) y a las apreciaciones de pescadores potenciales la pesca es cada vez menor en relación de años atrás.

El Ministerio de Agua y Medio Ambiente (2009), indica en 1996 se realizó la primera evaluación del estado de conservación de los peces de Bolivia, publicada en el Libro Rojo de los Vertebrados de Bolivia por Sarmiento y Barrera. Estos autores afirmaron que la falta de información era el principal factor limitante para la asignación de especies a la categoría correspondiente, las únicas especies consideradas como amenazadas en el año 1996 fueron todas las especies *Orestias*.

El año 2003, se publicó el libro Fauna Amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro? por Flores y Miranda. En el cual Sarmiento y Barrera ese mismo año presentaron una reevaluación de las especies amenazadas, este esfuerzo difiere sustancialmente del trabajo realizado en 1996, en el sentido que los autores incluyeron 40 especies en la categoría que contempla algún riesgo de extinción y en la categoría vulnerable incluyeron 21 especies identificadas.

Dentro de estas categorías están inmersa las especies ícticas nativas del Lago Titicaca donde algunas han desaparecido y otras son vulnerables como se

muestra en el cuadro siguiente, el Umanto (*Orestias cuvieri*), la Boga (*Orestias pentlandii*) son especies nativas que prácticamente no existen en la parte Boliviana del Lago, así mismo el Suche (*Trichomycterus dispar*), es otra especie nativa que está en peligro de desaparecer (MMAyA, 2009).

Cuadro 5. Especies ícticas del Lago Titicaca en peligro de desaparición

Nombre científico	Nombre común	Situación parte Boliviana
<i>Orestias Agassii</i>	Carachi negro	Vulnerable
<i>Orestias luteus</i>	Carachi amarillo (punku)	Vulnerable
<i>Orestias olivaceus</i>	Carachi enano (gringo)	Vulnerable
<i>Orestias ispi</i>	Ispi	Vulnerable
<i>Orestias pentlandii</i>	Boga (Q' hesi)	No existe
<i>Orestias cuvieri</i>	Umanto	No existe
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	Mauri	Vulnerable
<i>Trichomycterus dispar</i>	Suche	Peligro en desaparecer

Fuente: MMAyA, 2009.

A continuación se describe y se ilustra algunas de estas especies icticas nativas mencionadas en el cuadro anterior.

2.8.1 *Orestias luteus*

También conocido como Carachi amarillo, Punku, Punkuru (Aymará), K' ello (Figura 8). La longitud corporal del adulto es hasta 150mm, tiene una coloración café negruzca en la parte dorsal del tronco y varia a un color amarillento intenso en la parte central. La parte superior de la cabeza es más ancha en comparación con *Orestias agassii*, sobrepasando los 40% con respecto a la longitud estándar (Sarmiento y Barrera, 2003).

2.8.1.1 Amenazas

Las amenazas, está dada por la pesca comercial y la introducción de la Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) y el Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), además de parásitos exóticos como el punto blanco (*Ichthyophthirius multifiliis*) que afecta la destrucción de su hábitat, principalmente la reducción del cinturón vegetal como totora y otras plantas acuáticas que es el hábitat de importancia para la reproducción (Sarmiento y Barrera, 2003).



Figura 8. *Orestias luteus* (Carachi amarillo, Punku, K'ello)

2.8.2 *Orestias agassii*

También conocido como Carachi negro (Figura 9), Es un miembro del complejo *agassii* de cuerpo relativamente alto y de porte mediano que alcanza hasta 160 mm de longitud estándar, las hembras son de mayor tamaño que los machos. Se distingue de otras especies del mismo grupo por la escamadura irregular de la cabeza, usualmente sin escamas por delante de las órbitas y ausente a cada lado de la cresta dorsal. Es una especie muy polimórfica que posee un pedúnculo caudal relativamente alto, la coloración varía desde tonos amarillentos

generalmente en individuos pequeños hasta oscuros con el vientre blanquecinos (Sarmiento y Barrera, 2003).

2.8.2.1 Amenazas

Según Vila *et al.* (2007), en el Lago Titicaca las amenazas principales son la pesca comercial, las especies introducidas y la actividad minera. Sin embargo las capturas de esta especie han disminuido de manera notable en los últimos años, donde se estima la biomasa extraída de *Orestias* perteneciente al complejo *agassii* es de 445 toneladas anualmente.



Figura 9. *Orestias agassii* (Carachi negro)

2.8.3 *Orestias ispi*

Es una especie pequeña y el más alargado de los *Orestias* (Figura 10) presenta un cuerpo bastante comprimido, con cabeza pequeña y estrecha el tamaño del pez adulto oscila entre 7 a 9cm para hembras y 6cm para machos tiene el cuerpo cubierto de finísimas escamas (Flores, 2002).

2.8.3.1 Amenazas

Las amenazas principales es la pesca comercial, la contaminación del Lago principalmente por desechos domésticos y mineros y por las especies introducidas como la Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) y el Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) (Sarmiento y Barrera, 2003). El Ispi contribuye a la seguridad alimentaría en el Departamento de La Paz, cerca al 65.4% de las capturas anuales en todo el Lago (Vila *et al.* 2007).



Figura 10. *Orestias ispi* (Ispi)

2.8.4 *Trichomycterus rivulatus*

Es una especie de color café rojizo oscuro, con manchas o vermiculaciones finas en los costados (Figura 11), los especímenes de más de 100mm son grisáceos o café oscuro con marcas más oscuras. Presenta una cola comprimida con una cabeza larga como ancha, los ojos son equidistantes desde el extremo del hocico hasta el final del opérculo. Las barbillas nasales alcanzan el borde posterior del ojo y las barbillas maxilares superiores alcanzan hasta el borde del pre opérculo. El ancho de la boca es de 1/3 de la longitud de la cabeza, la aleta pectoral es

redondeada y generalmente con un filamento en el primer radio. El origen de la aleta dorsal es equidistante en relación al extremo de la aleta caudal que es redondeada, presenta dientes filiformes con una banda ancha en cada mandíbula, los ojos son pequeños y dirigidos hacia arriba (Sarmiento y Barrera, 2003).

2.8.4.1 Amenazas

Sarmiento y Barrera (2003), indica acerca de las amenazas que enfrenta esta especie, es la extracción por la pesca comercial, contaminación acuática, destrucción de su hábitat por actividades mineras, agrícolas y vertidos de desechos orgánicos en la mayor parte de los Andes y la introducción de especies exóticas que pueden afectar el estado de las poblaciones por influencia directa (depredación y competencia) e indirecta (transmisión de parásitos).



Figura 11. *Trichomycterus rivulatus* (Mauri)

En la actualidad los pescadores están usando mayor esfuerzo de pesca de estas especies ícticas nativas que se han descrito e ilustrado, con los cuales la captura incluye peces de todo tamaño (Figura 12) y (Figura 13).



Figura 12. Pesca de Mauri en el Lago Titicaca



Figura 13. *Orestias* sp. de diferente tamaños

2.9 Causas para el peligro de desaparición de la ictiofauna nativa

Según ALT (2010), indica las causas para que este en peligro de desaparición las especies ícticas nativas del Lago Titicaca son la depredación por especies introducidas, competencia de alimento, sobre pesca, la inexistencia de legislación pesquera y contaminación acuática, escasez de producción de especies nativas y pobreza y desnutrición en la población.

2.9.1 Depredación por especies introducidas

Es causado por las especies introducidas como la Trucha y el Pejerrey que son veloces y voraces, siendo afectadas en forma negativa las especies ícticas nativas, tanto que el mayor efecto se produjo en la predación de ovas y *orestias* de diferentes tamaños.

2.9.2 Competencia de alimento

La competencia se da por alimento y hábitat desfavorable para las especies nativas ya que se alimentan del zooplancton, micro algas, micro herbívoros, las especies introducidas consumen estos alimentos en alguna etapa de su vida, ocupando el mismo nicho ecológico y compitiendo por el espacio.

2.9.3 Sobre pesca

La actividad pesquera se realiza de manera indiscriminada capturando peces de tamaño pequeño evitando que lleguen a la etapa de reproducción e inclusive capturan peces en zonas de desove, esto debido a la población creciente de pescadores que emplean embarcaciones de madera con motores de fuera de borda (MFB) que les da mayor autonomía de navegación.

2.9.4 La inexistencia de legislación pesquera

La falta de una legislación pesquera para la cuenca del Lago Titicaca hace ineficiente, las pocas disposiciones de protección. Una legislación pesquera a través de leyes protege la biodiversidad del Lago.

2.9.5 Contaminación acuática

Por el uso de fertilizantes y pesticidas que son utilizados en cultivos agrícolas cerca de las orillas del lago, la filtración de aceite de los motores, el lavado de ropa con detergentes factores que se incrementan constantemente trayendo graves consecuencias en el ecosistema acuático.

Indica el Plan Acción (2009), las causas en peligro de desaparición de los peces nativos del Lago Titicaca se debe a la destrucción de área del litoral u orilla que son casa y cuna o nicho de los peces pequeños, por sobre explotación de plantas acuáticas como la totora, excesiva pesca incontrolada, introducción de peces extraños al Lago, los cambios climáticos que antes no existía, la contaminación del sistema acuático por arrastre de pesticidas y fertilizantes de los cultivos agrícolas y el uso de productos domésticos como los detergentes para el lavado de ropa.

2.10 Hábitos alimenticios de las especies ícticas del Lago Titicaca

Indica PELT (2011), la alimentación constituye uno de los factores mas importantes para la sobre vivencia de una especie en un determinado medio. Así mismo la alimentación de las especies nativas estará basada en organismos existentes en el Lago Titicaca con relación al medio en el cual habitan y su distribución.

Cuadro 6 Alimentación, hábitat y distribución de las especies de *Orestias* en el Lago Titicaca

Nombre científico	Nombre Común	Alimentación	Hábitat	Distribución
<i>O. luteus</i>	Carachi amarillo (punku)	Amphipodos, ostracodos, caracoles, larvas de peces y zooplancton.	Zona pelágica según va creciendo, los alevinos se encuentran en sitios de abundante vegetación acuática.	Lago menor.
<i>O. agassii</i>	Carachi negro	Chironomidos, larva de insecto zooplancton y algas.	Zona pelágica según el crecimiento en etapa de reproducción y alevinaje en sitios de abundante vegetación acuática.	Lago mayor y menor.
<i>O. ispi</i>	Ispi	Zooplanctófago.	Zona pelágica 30 – 50 m formando cardúmenes en etapa reproductiva migran a la zona litoral.	Lago mayor y menor.
<i>O. olivaceus</i>	Carachi enano (gringo morado)	Arthropodos zooplancton y algas.	Habitan en las rocas formando cardúmenes cerca de las orillas con abundante vegetación acuática.	Lago mayor y menor.

Fuente: Elaboración propia, basado en PELT, (2011).

2.10.1 Estudios realizados acerca del régimen alimenticio

Un estudio realizado en el Lago Menor del Titicaca hace muchos años atrás por Zúñiga, (1941) citado por Castañón *et al.* (1995), acerca del régimen alimenticio y longitud de tubo digestivo en los peces del género *Orestias*, tomando medidas del esófago - estómago y del intestino, llegando a la conclusión:

- *Orestias pentlandii*, es una especie fitófaga, tiene el intestino corto.
- *Orestias tschudii*, presenta un mayor alargamiento del intestino su alimentación está constituida por crustáceos (amphipodos, cladóceros) y moluscos (*planorbis* sp.) predominado sensiblemente más los crustáceos.
- *Orestias neveu*, es una especie que presenta un intestino mucho más largo que los otros su alimentación está constituida por crustáceos (amphipodos, cladóceros) y predominando más los moluscos (*planorbis* sp.).
- *Orestias luteus*, es una especie que presenta un intestino mucho más largo que los otros su alimentación está constituida por crustáceos (amphipodos, cladóceros) y los moluscos (*planorbis* sp.).

En 1983 se realizó otro trabajo investigativo en el Lago menor del Titicaca por el biólogo Richard Leblond a cerca de aspectos de la alimentación de *Orestias ispi* (*Pisces cryprinodontidae*) encontrando cladóceros, rotíferos, copépodos y larvas de copépodos en diferentes estadios naupliares describiéndole a esta especie con hábitos alimenticios zooplanctófagos.

Cinco años después Vaux y Wurtsbaugh (1988), publica el estudio acerca de la ecología de los peces pelágicos en el Lago Titicaca capturando solamente dos especies endémicas *Orestias ispi* y *Orestias mulleri* y una especie exótica el Pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) ahora conocido como (*Odontesthes bonariensis*). Los autores indican, que las tres especies capturadas se alimentan de zooplancton. La dieta promedio de los adultos Ispi, se compone de proporciones aproximadamente iguales de copépodos y cladóceros, mientras que en las larvas solo se alimentan de copépodos.

Otro estudio interesante se realizó en el Lago Titicaca parte Boliviana acerca de la Evaluación del hábito alimenticio del Punku (*Orestias luteus*) realizado por Puña (2004), encontrando en el estómago de esta especie zooplancton, crustáceos, insectos de orden díptera, odonata, moluscos y algas considerándose omnívora esta especie.

2.11 Características biométricas

Según Lauzanne (1982), los caracteres métricos y merísticos, que presentan los peces, fueron utilizados para elaborar una clave de determinación del género *Orestias*. El mismo autor menciona, 20 relaciones métricas calculadas por cada ejemplar, relacionadas de la siguiente manera:

• Porcentaje de la longitud estándar (A)

- Longitud de la cabeza (B) ----- B/A
- Altura del cuerpo (F) ----- F/A
- Longitud del pedúnculo caudal (H) ----- H/A
- Altura más pequeña del pedúnculo caudal (I) ----- I/A
- Ancho de la cabeza (N) ----- N/A
- Ancho del cuerpo (G) ----- G/A
- Distancia entre la boca y la aleta dorsal (C) ----- C/A
- Distancia entre la boca y la aleta anal (D) ----- D/A
- Distancia entre la boca y la aleta pectoral (E) ----- E/A
- Longitud de la aleta dorsal (K) ----- K/A
- Longitud de la aleta pectoral (M) ----- M/A
- Longitud de la aleta anal (L) ----- L/A
- Longitud de la base posterior de la aleta dorsal hasta el pedúnculo caudal (J) ----- J/A

• Porcentaje de la cabeza (B)

- Ancho de la cabeza (N) ----- N/B
- Distancia entre ojo (O) ----- O/B
- Diámetro del ojo (Q) ----- Q/B
- Longitud del hocico (P) ----- P/B
- Altura del hocico (R) ----- R/B

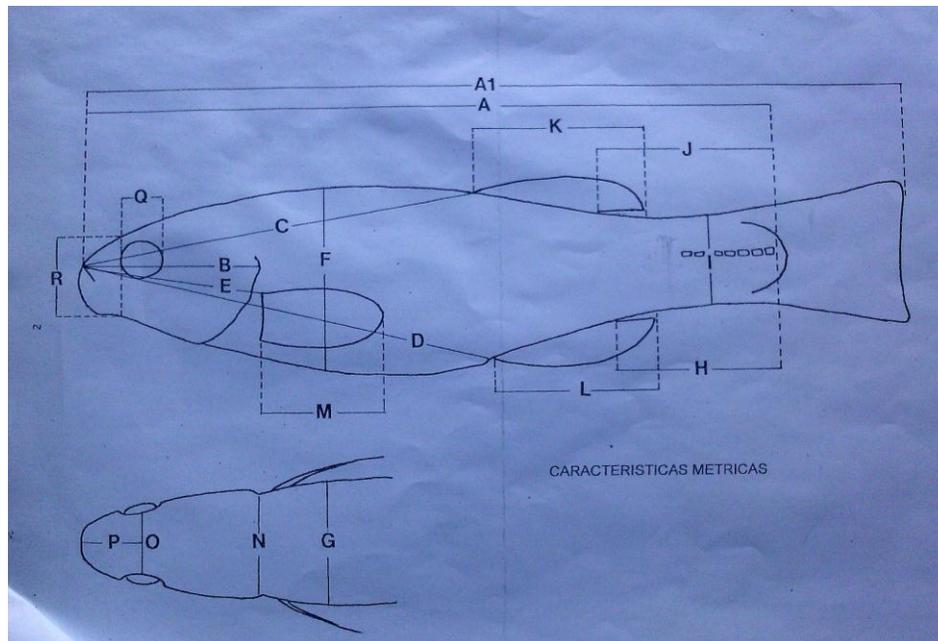


Figura 14. Características biométricas de los *Orestias*

Fuente: (Lauzanne, 1982)

2.11.1 Características merísticas

Las características merísticas no varían dentro de una misma especie, sino en diferentes especies como el número total de radios de la aleta pectoral, el número de escamas en la línea longitudinal, número de vértebras y número de branquiospinas en la parte externa del primer arco branquial (Lauzanne, 1982).

2.12 Análisis estomacal

Los ítems alimenticios que genera el Lago Titicaca en la comunidad planctónica y comunidad bentónica y litoral tienen diferentes grados de digestibilidad lo que puede provocar la subestimación de algunos individuos u organismos vivos que son destruidos rápidamente dificultando enormemente su identificación. Estos factores de variación deben considerarse en el estudio de la alimentación a través del análisis del contenido en el tracto gastrointestinal (PELT, 2008).

Según Sarmiento *et al.* (1987), mencionado por Quispe (2000), para obtener una muestra representativa de la población ícticas es necesario considerar aspectos

como la regurgitación de comida que puede ocurrir en algunas especies cuando el instinto de liberarse de la captura realiza un esfuerzo que puede provocar la eliminación oral del alimento ingerido. Otro factor muy importante de identificar con seguridad los ítems alimenticios de las especies ícticas, sea en el tiempo que permanece el alimento en la cavidad gástrica sometida a digestión que sea en el menor tiempo posible para analizarlo una vez ya capturado.

2.13 Descripción del Ispi

El Ispi posee un cuerpo alargado y comprimido su cabeza es pequeño y estrecha el diámetro de sus ojos es mayor que el de la boga su cabeza es muy protactil y la mandíbula forma con la línea inferior de la cabeza un ángulo cercano a los 90° (Castañón *et al.* 1992, mencionado por Mamani, 2004).

Señala CIDAB (2002), el Ispi es de tamaño pequeño y de color plateado iridiscente, es considerado el eje ecológico en la cadena trófica del Lago por su alimentación de tipo planctónica.

Portugal (2002), indica el Ispi tiene características particulares en cuanto a su reproducción ya que vive en zonas más profundas del Lago su reproducción se da en el cinturón vegetal y por ello se asoma a está zona unos 15 días antes del desove.

El Ispi es una especie que habita y se alimenta en la zona pelágica del Lago, está especie a su vez es migratoria en épocas de reproducción se dirige a la zona litoral oportunidad en la cual se realiza la mayor captura de está especie, su coloración es homogéneamente plateado obscureciéndose en el dorso, sus escamas son finas y presentan estrías concéntricas que se hallan distribuidos sobre todo el cuerpo (Castañón *et al.* 2002).

2.13.1 Ubicación taxonómica

Para Lauzanne, (1981) citado por Mamani (2004), describe tres nuevas especies de *Orestias* entre las cuales se halla *Orestias ispi*, describiéndola taxonómicamente de la siguiente manera:

Orden	Ciprinodontiforme
Familia	Ciprinodontidae
Género	<i>Orestias</i>
Especie	<i>O. ispi</i>
Nombre común	Ispi

2.13.2 Fisonomía externa del Ispi

El cuerpo de un pez refleja sus costumbres y el lugar o hábitat en el que vive, un cuerpo sano permite alimentarse y desplazarse rápidamente a través del agua.

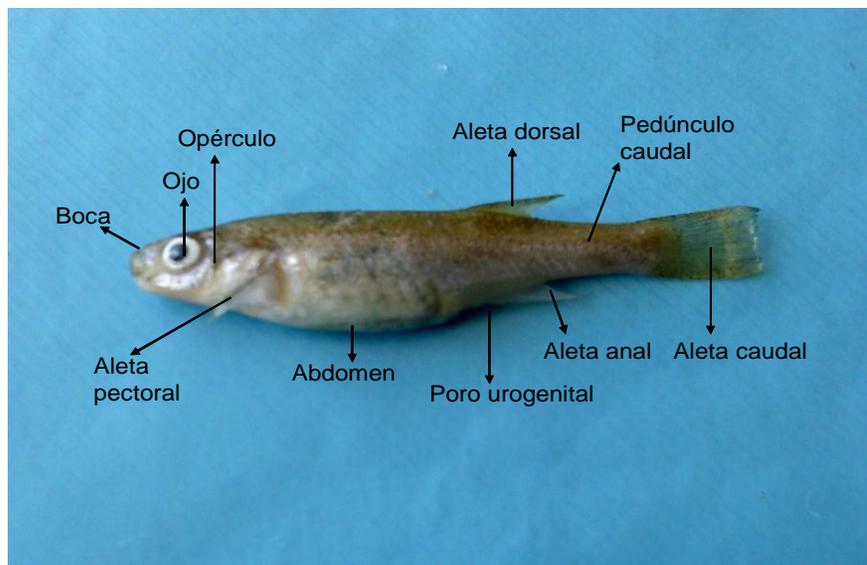


Figura 15. Anatomía externa del Ispi

2.13.3 Anatomía interna

Consta de boca, faringe, esófago (no se encuentra un estómago propiamente dicho, sino que le sigue una región más dilatada), intestino y ano, y los órganos asociados como el páncreas difusa y el hígado con la vesícula biliar (Proyecto Bol, 2002).

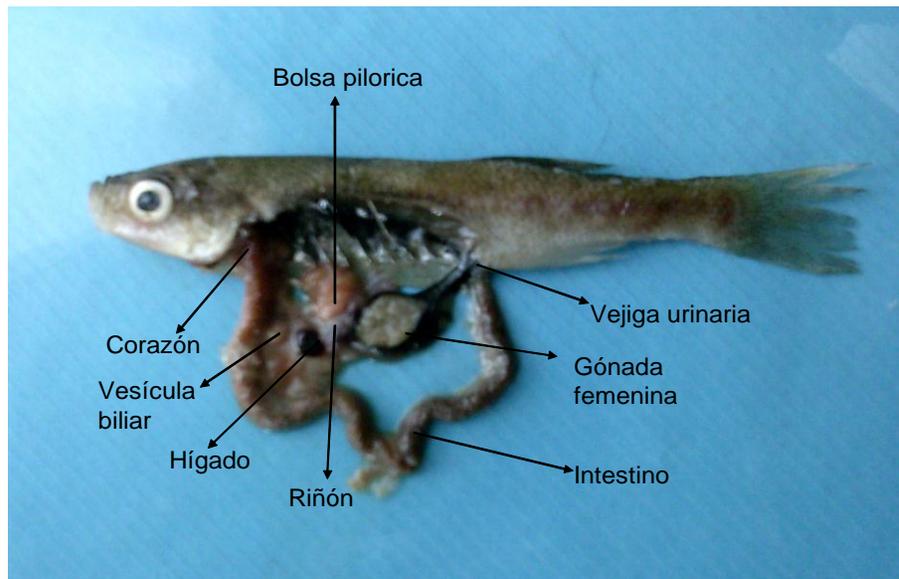


Figura 16. Anatomía interna del Ispi

2.13.3.1 Aparato digestivo

Menciona Tarqui (2003), el aparato digestivo empieza, en la boca seguida por la faringe, donde actúa como un filtro que evita que pasen las partículas grandes suspendidas en el agua. El esófago es un tubo muscular recto elástico situado entre la boca y el tubo digestivo tiene un recubrimiento epitelial ciliado, rico en células secretoras de moco. El esfínter esofágico impide la entrada del agua procedente del aparato respiratorio durante la deglución. En el intestino existe proyecciones citoplasmáticas y pliegues sub microscópicos donde ocurre la digestión que al aumentar la superficie de mucosa intestinal favorece la absorción de sustancias alimenticias.

Según Castañón *et al.* (1995), en observaciones realizadas afirma que el Ispi no presenta un sistema digestivo bien diferenciado (no se observa la presencia de estómago), se toma como parámetro referencial el tamaño del tubo digestivo en relación a la longitud total del pez. Así mismo los autores mencionan a Margaleff (1977) y Zúñiga (1941), citado por Sarmiento *et al.* (1987), la longitud del tubo digestivo es el doble o más de la longitud del pez cuando este es fitófago y es igual o un poco más grande cuando es carnívoro.

2.13.3.2 Órganos asociados

Los órganos asociados como el hígado es la glándula anexa de mayor volumen, cumple funciones metabólicas esenciales como la de sintetizar y almacenar el glucógeno y de elaborar la bilis que participa en la digestión de los lípidos. El páncreas es otro órgano asociado, es una glándula exocrina segrega bajas cantidades de insulina y el jugo pancreático que contiene pro enzimas que se transforman en enzimas que participan en la digestión de la proteínas, lípidos y carbohidratos (Tarqui, 2003).

2. 14 Identificación del sexo

Para la determinación de los caracteres sexuales según Castañón *et al.* (1995), utiliza tres técnicas como el tamaño, presión manual y disección.

2.14.1 Tamaño

En este tipo de *Orestias* la hembra alcanza mayor talla que el macho. Los promedios de longitud estándar obtenidos en machos es de 56mm y de 64mm para las hembras, esta diferencia de tamaño entre hembras y machos es un parámetro poco confiable (60% de certeza) para la identificación del sexo.

2.14.2 Presión manual

Por medio de este método se provoca la salida de los productos sexuales líquido seminal de color blanco lechoso en los machos y ovas maduras de color amarillo claro en las hembras: Este método da resultado positivos cuando las hembras y los machos se encuentran sexualmente maduros.

2.14.3 Disección

La identificación del sexo se efectúa examinando las gónadas a simple vista.

2.14.3.1 Reconocimiento de gónadas en hembras

El aparato genital femenino está formado por una sola gónada situada en la cavidad media del cuerpo en posición dorsal presentando una cápsula ovárica de color negro denominado mesovárica que alberga a las ovas en distintos grados de madurez (Castañón *et al.*1995).



Figura 17. Ovas de una hembra reproductor Ispi

Para la Unidad de Limnología área de peces del Instituto de Ecología (ULAP – IE), las hembras está catalogada en 5 estadios gonadales como se observa en el cuadro 7.

Cuadro 7. Estadios gonadales en distintos grados de madurez sexual en hembras

Estadios gonadales	Grados de madurez sexual
1	Bolsa súper delgada (como hilos)
2	Bolsa muy delgado con presencia de gránulos
3	Bolsa con presencia de gránulos medianos
4	Bolsa con gránulos relativamente grandes
5	Bolsa con gránulos maduros (presencia de sangre)

Fuente: ULAP – IE, (2012).

2.14.3.2 Reconocimiento de gónadas en machos

En los machos el sistema reproductor está constituido de igual forma por una sola gónada ubicada en la cavidad dorsal, formando una especie de lengüeta filiforme cuya membrana externa se denomina mesorquía que varía de color blanco translúcido a un color blanco lechosos (Castañón *et al.* 1995).



Figura 18. Sistema reproductor de un macho Ispi

Para (ULAP – IE) el sistema reproductor en machos está catalogado en 3 estadios gónadales como se observa en el cuadro 8.

Cuadro 8. Estadios gonadales en distintos grados de madurez sexual en machos

Estadio gonadal	Grados de madurez
1	Presencia de 2 hebras delgadas
2	Presencia de 2 hebras gruesas
3	Presencia de una masa en forma de corazón (sexualmente maduro)

Fuente: ULAP - IE, (2012).

2.15 Distribución del Ispi en el Lago Titicaca

La composición de la ictiofauna y su distribución en el Lago Titicaca, proviene de observaciones de la pesca local y de campaña de pesca experimental, donde esta especie habita en profundidades intermedias de 10 a 40m formando cardúmenes (CIDAB, 2002).

Según Sarmiento (1987) mencionado por Castañón *et al.* (1995), el Ispi es de amplia distribución en el Lago Mayor y menor proporción en el Lago Menor se encuentra en la zona profunda y zona pelágica.

- En esta zona profunda, la distribución de peces se encuentra ubicada en regiones donde la profundidad del Lago Titicaca oscila entre los 50 y 250m, la forma piscícola de esta zona comprende solo dos especies *Oncorhynchus mykiss* y *Orestias ispi*.
- Mientras en la zona pelágica, la profundidad alcanza los 20m en esta región los pescadores locales han desarrollado una pesquería por medio de una red de arrastre, los sitios de pesca en el Lago Menor está en la región de Silaya,

Tiquina, Isacachi y otros puntos, mientras en el Lago Mayor la concentración de bancos de Ispi está en las regiones de Carabuco, Copacabana, Sotalaya, Cocotoni, Janco Janco, Lupalaya, Isla del Sol que son territorio Boliviano.

2.16 Artes de pesca

La pesca pelágica o superficial con red agallera, se utiliza generalmente para la pesca del Pejerrey y Trucha aunque últimamente esta técnica de pesca se está utilizando para la pesca del Ispi en todas las regiones del Lago Titicaca donde existen bancos de Ispi. Estas redes están construidas de mono y multifilamento con una altura de 4m y 100m o más de longitud, la apertura de la malla utilizada es de 17/8 de pulgadas. El tiempo de anclaje de las redes en la pesca pelágica o superficial oscila entre 10 y 15 horas, las redes son colocadas al atardecer y recogidas al amanecer del día siguiente (SDDP, 2007).

Otra técnica de pesca utilizada es con red de arrastre o también llamado barredera que se asemeja a un cono, mismo que es arrastrada por dos botes, construida con red de multifilamento y con una apertura de malla de 5/8 y 6/8 de pulgadas, el tiempo de pesca está en función de las condiciones climáticas nocturnas por lo general oscila entre 3 a 5 horas. Las redes empleadas para la pesca de Ispi no tienen medidas estandarizadas, variando de acuerdo a la profundidad disponibilidad de material y región donde se utiliza (SDDP, 2007).

2.17 Importancia económica

El Ispi es comercializado en estado fresco y deshidratado sin eviscerar ni salar, forma en la que se almacena por periodos de hasta tres meses, el deshidratado se realiza mediante el secado directo del sol. Se comercializa en las ferias locales de las riberas del Lago Titicaca, en la ciudad del Alto (zona final los Andes), en centros urbanos, valles y zonas tropicales del país. En la actualidad el

Ispi está siendo utilizado junto a otras especies nativas para preparar el alimento balanceado para Truchas (MMAyA, 2009).



Figura 19. Comercialización de Ispi

3.- LOCALIZACION

Este trabajo de investigación se inicio en la cuenca del Lago Titicaca parte Boliviana, obteniendo muestras de peces de la región de Carabuco Lago Mayor y de la región de Tiquina Lago Menor, terminando el acopio el material biológico fue trasladado al laboratorio de la unidad de Limnología área de peces perteneciente al Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés.

3.1 Ubicación geográfica

La unidad de Limnología se encuentra situada en el Campus Universitario en la calle 27 de Cota Cota zona Sur, a media hora del centro paceño. Geográficamente se encuentra ubicado a 16°32' 14.26" latitud Sud y 68°3'59.84" longitud Oeste a una altura de 3417 m.s.n.m. (IGM, 2010).



Figura 20. Infraestructura de la unidad de Limnología

3.2 Localidades de muestreo

Las localidades seleccionadas se caracterizan por ser zonas, que se dedican a la pesca de este importante recurso ícticas nativo.

3.2.1 Zona 1 (Carabuco)

Se encuentra situada en el Altiplano Norte del Departamento de La Paz Bolivia, constituye la tercera sección de la Provincia Eleodoro Camacho, el clima es templado seco y frío, la temperatura media anual es de 13,30°C. Geográficamente se encuentra ubicado entre 15° 31' 58" - 15° 54' 30" latitud Sud y 68° 55'30" - 69°09'05" longitud Oeste (Rivéros, 2007).

La población de Carabuco es de lenguaje aymará se dedican a la agricultura, ganado menor y en especial a la pesca de *Orestias agassii*, *Orestias luteus*, *Orestias ispi*, *Trichomycterus rivulatus* y *Trichomycterus dispar*, siendo una fuente de ingreso económico para el piscicultor.



Figura 21. Carabuco parte Boliviana del Lago Mayor

3.2.2 Zona 2 (Tiquina)

Se encuentra en la región del Lago Menor pertenece a la Provincia Manco Kapac segunda sección Municipal de San Pablo de Tiquina del Departamento de La Paz Bolivia, la temperatura dentro del agua es de 8°C a 10°C con presencia abundante de plantas macrófitas. Geográficamente esta ubicado a 16°13'09.46" latitud Sud y 68°50'57.86" longitud Oeste (SEDAG, 2008).



Figura 22. Tiquina parte Boliviana del Lago Menor

La población que habita en la región de Tiquina se dedica a diferentes actividades, como el traslado de vehículos mediante barcaza de madera por el estrecho de Tiquina, también se dedican a la pesca de especies ícticas nativas que posterior las mujeres de los pescadores lo comercializan en las diferentes ferias de la Ciudad de el Alto

4.- MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Materiales y equipos de campo

Los materiales y equipo de campo que se utilizaron para el inicio de la investigación fueron:

Material de campo

- 1 Recipiente de plástico de 5 litros.
- 1 Conservadora de plasta formó pequeño.
- 1 Libreta de campo.

Equipo de campo

- 1 Cámara fotográfica.

4.1.2 Material biológico

Se utilizaron 80 especímenes provenientes de las 2 zonas de estudio.

4.1.3 Materiales y equipos de laboratorio

Una vez obtenido los especímenes fueron analizados en el laboratorio de Limnología área de peces, utilizando los siguientes materiales, equipos de laboratorio y de gabinete.

Material de laboratorio

- 80 Muestras de peces.
- 2 Bandejas de plástico.
- 1 Rollo de gasas.
- 1 Rollo de papel secante.
- 1 Hoja de papel cebolla.
- 2 Litros de alcohol 96%.
- 2 Litros de alcohol 75%.
- 3 Litros de agua destilada.
- 1 Gotero.
- 2 Cajas petri.
- 1 Tamiz pequeño de 50 micras.
- 2 Porta y cubre objetos.
- 2 Pinzas punta fina y normal.
- 2 Contadores.
- 1 Estuche de disección.
- 80 Embaces de plástico.
- 1 Masquín.
- 1 Guardapolvo.
- 1 Barbijo y guantes quirúrgicos.
- 1 Toalla pequeña.
- 2 Marcadores indeleble.

Equipo de laboratorio y gabinete

- 1 Microscopio.
- 1 Estereoscopio.
- 1 Vernier electrónico.
- 1 Balanza de precisión.
- 1 Cámara fotográfica.
- 1 Computadora.
- 1 Impresora y toner.
- 1 USB Flash Drive.
- 50 Planillas elaboradas.
- 1 Clave de identificación.



Figura 23. Materiales y equipos de laboratorio

4.2 Metodología

Los análisis de los contenidos estomacales fueron realizados en individuos adultos. Para saber si eran adultos y/o juvenil, se trabajo en base al estadio gonadal, en hembras en una escala de 1 a 5 (cuadro 7) y para machos en una

escala y de 1 a 3 (cuadro 8). Los individuos que fueron indeterminados fueron eliminados de los análisis.

4.2.1 Toma de mediciones morfométricas

Se ordenó a priori los especímenes de mayor a menor tamaño en una bandeja de plástico sumergido en alcohol al 96% cubierto con gasas, para evitar la desecación, posteriormente se identificó a cada espécimen introduciendo una ficha en ambos lados del opérculo con la inicial de la región de donde fue obtenido, seguido por un número de registro. Luego se peso en una balanza semi analítica donde se tomaron 30 mediciones morfométricas relacionadas al uso de hábitat y al régimen alimentario, descritas por Gatz (1979) y Lauzanne (1982), mediante un vernier electrónico (figura 24), cuidando de realizar las mediciones siempre en el lado izquierdo del pez, debido a una posible asimetría.

Sin embargo solo 8 medidas morfológicas fueron consideradas para el análisis que son las siguientes: longitud del pedúnculo (**LP**), alto del pedúnculo (**AP**), posición del ojo (**EP**), diámetro del ojo (**DO**), distancia entre ojo (**DTO**), largo de la cabeza (**LCB**), alto de la cabeza (**ACB**), ancho de la cabeza (**ANCB**).



Figura 24. Toma de longitud del largo estándar en el Ispi

4.2.2 Extracción de vísceras

Una vez que se realizó las mediciones morfométricas, se procedió a la apertura de los especímenes desde el poro anal hasta la boca haciendo un corte transversal a la altura del opérculo con la ayuda de los instrumentos de disección. Luego se extrajo cuidadosamente todas las vísceras fuera del cuerpo realizando las siguientes actividades:

Se realizó el corte de víscera (estómago) y se procedió a conocer el peso mediante una balanza de alta precisión y luego se depositó la víscera (estómago) en frascos de plástico en alcohol al 75% convenientemente etiquetado.

Acto seguido se realizó la toma de longitud de intestino, identificación del sexo y estadio gonadal.



Figura 25. Vísceras de Ispi extraído del cuerpo

4.2.3 Identificación y cuantificación del contenido estomacal

Una vez obtenidos las vísceras (estómago) de los especímenes en los frascos de plástico se procedió a diseccionar y raspaje del canal cuidadosamente sin

dañarlo. Luego se depósito, la muestra de contenido estomacal en una caja petri donde se analizó con la ayuda de un estereoscopio y para obtener una identificación más clara se traspasó la muestra a un porta y cubre objeto previamente lavado la muestra en agua destilada, donde se analizó en un microscopio.



Figura 26. Análisis del contenido estomacal con el estereoscopio

Acto seguido se identifico los organismos presa con ayuda de claves de identificación o reportes para Cladóceros y Copépodos Leblond (1983), Pinto (1991) y Del Castillo (1992), para Rotíferos la clave de Koste (1978) y Pinto (1991). Finalmente se procedió a cuantificar los organismos presa utilizando contadores mediante un barrido de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha en la cámara de Sedgwick-Raftery registrándolos en planillas elaborados preventivamente.

Los contenidos estomacales fueron evaluados en función al grado de digestión (estado del estómago) en una escala de 0 a 3, donde 0= estómago vacío; 1= estómago con organismos enteros; 2= estómago con organismos parcialmente digeridos y 3= estómago con organismos muy digeridos, formando una masa irreconocible. Para los análisis solo se ha trabajado en un grado de digestión

(estado del estómago) entre 1 y 2 haciendo un total de 76 contenidos estomacales dentro de este rango (40 para la localidad de Tiquina y 36 para la localidad de Carabuco), los otros 4 contenidos estomacales fueron eliminados del análisis por encontrarse en un grado de digestión (estado del estomago) en una escala 3= estomago con organismos muy digeridos, formando una masa irreconocible.

Se utilizaron 3 métodos de evaluación detallados a continuación:

- Método de conteo, consiste en contar el número individuos identificados en el contenido estomacal.
- Método de asignación de valor, este método permite contar pero también estimar el volumen que la presa ocupa dentro del contenido estomacal, se registra en una escala de 1 a 4, donde 1= escaso; 2= poco frecuente; 3= frecuente; 4= común
- Método de porcentaje, consiste en asignar un porcentaje a los organismos en función al volumen que ocupan dentro del contenido estomacal.

Estos dos últimos métodos se han considerando, para poder estimar la cantidad de algas o vegetación presente en el contenido estomacal y que no puede ser considerado con el método de conteo. Aunque posteriormente fue eliminado de los análisis por ser un ítem eventual.

El resto de los ítems alimenticios, fueron separados por grupos de organismos: Cladóceros, Copépodos y Rotíferos (identificados como micro organismos zooplanctónicos). Dentro de los Cladóceros se identificaron a *Daphnia pulex* (**DAP**); *Ceriodaphnia* sp. (**CER**); *Bosmina* sp. (**BOS**) en el grupo de Copépodos se identificaron a Calanoides (posiblemente *Boeckella titicacae* y/o *Boeckella occidentalis*) (**CAL**); Ciclopoide (**CIC**); Harpacticoide (**HAR**); Nauplius (**NAU**) y en

el grupo de Rotíferos se identificaron *Keratella quadrata* (**KER**); *Lepadella* sp. (**LEP**).

4.2.4 Análisis estadístico

4.2.4.1 Análisis morfométricos

A partir de los datos morfológicos se realizaron graficas del Largo estándar (LS) de hembras y machos observándose poca variación, dentro del análisis estadístico se elimino el Largo estándar. Las otras variables morfológicas fueron eliminadas después de un primer análisis multivariable en la que observamos que no eran relevantes en la estructuración de la población. Solo 8 variables morfológicas fueron sometidas a un Análisis de Componentes Principales (ACP) en el programa ADE-4 (Ecological Data Análisis) en acceso libre en Internet (<http://pbil.univ-lyon1.fr/ade4/downloads.php?lang=eng>). Los datos morfológicos fueron transformados a Logaritmo Natural (LN+1) para normalizarlos. El Análisis de Componentes Principales (ACP) para la morfométria nos permitió identificar variaciones morfológicas entre las dos localidades

4.2.4.2 Análisis de los contenidos estomacales

Los datos de contenidos estomacales fueron transformados a Logaritmo Natural (LN+1). Se han eliminado los ítem que tenían un porcentaje menor o igual al 1% (cuadro 9) y se trabajo con 6 ítems alimenticios: *Daphnia pulex* (**DAP**), *Ceriodaphnia* sp. (**CER**), *Bosmina* sp. (**BOS**), Calanoides (**CAL**), Ciclopoide (**CIC**) y Nauplius (**NAU**). De igual manera se utilizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para determinar si había variación en la dieta entre las dos localidades: Carabuco y Tiquina. Análisis realizado en el programa ADE-4 (Ecological Data Analisis) en acceso libre en Internet (<http://pbil.univ-lyon1.fr/ade4/downloads.php?lang=eng>).

4.2.4.3 CCA (Análisis de correspondencia canónico)

Para investigar si las diferencias observadas en la morfología de *Orestias ispi* en las dos localidades: Carabuco y Tiquina tenían relación con la dieta, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónico (CCA por sus siglas en inglés), en el programa R en acceso libre en Internet (<http://www.r-project.org>)

Para el Análisis de Correspondencia Canónico (CCA), se prepararon dos matrices, la de morfometría con 8 variables morfométricas para 75 especímenes pertenecientes a las dos localidades (Carabuco y Tiquina) y la matriz de régimen alimentario para los mismos 75 especímenes y 6 ítems alimenticios (detallados en la metodología referida a los contenidos estomacales).

5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Estadios gonadales en machos y hembras

A continuación se presentan los resultados, de los estadios gonadales de hembras y machos, en las dos zonas de estudio.

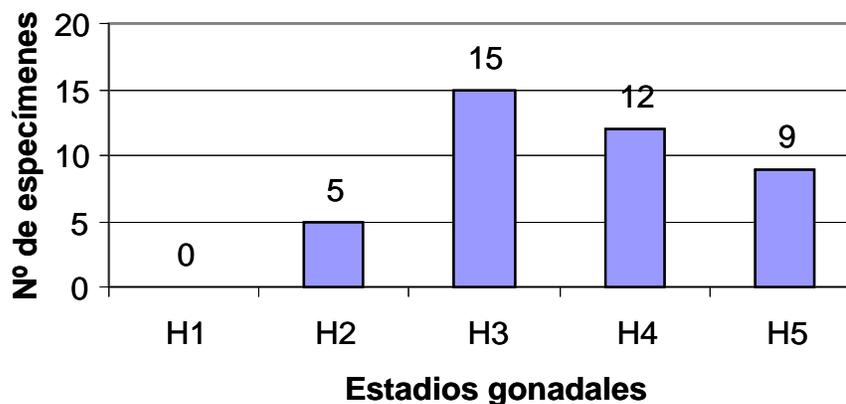


Figura 27. Estadios gonadales en hembras de Carabuco y Tiquina

En la Figura 27 se observa los estadios gonadales de 41 especímenes hembras (Carabuco – Tiquina), donde 5 hembras presentan un estadio gonadal 2, 15

presentan un estadio gonadal **3**, seguido de 12 hembras con estadio gonadal **4**, mientras con estadio gonadal **5** se encuentran 9 hembras. No se evidencio la presencia de estadio gonadal en la categoría **1**.

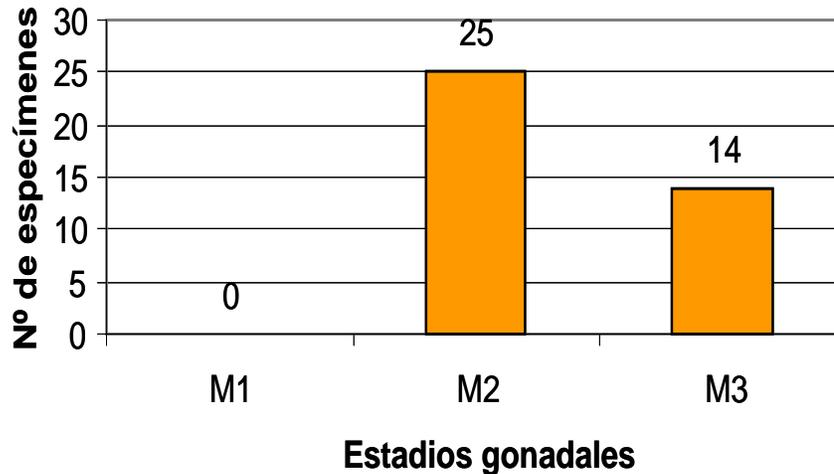


Figura 28. Estadios gonadales en machos de Carabuco y Tiquina

Mientras en la Figura 28 se observa los estadios gonadales, de 39 especímenes machos (Carabuco – Tiquina) analizados, encontrando a 25 machos con estadio gonadal **2** y 14 con estadio gonadal **3**, ningún macho se ha registrado en estadio **1**.

En ambos casos tanto para hembras y machos podemos observar que hemos trabajado con individuos adultos y no juveniles, evitando de está manera un sesgo en la información presentada referente a los contenidos estomacales (Variación en la dieta por aspectos ontogénicos). Así mismo estos resultados respecto a la maduración coincide con los reportes de Castañón *et al.* (1995), que indican para el Lago Menor y Lago Mayor la maduración gonadal de machos y hembras es muy alto durante casi todo el año, donde los máximos en una curva de reproducción anual se señalarían de Mayo a Octubre y de Diciembre a Marzo. Cotejando estos resultados con los resultados de las Figuras 27 y 28, las muestras colectadas, están dentro de los meses de máxima maduración gonadal (Febrero), señalando que se trabajó, con especímenes machos y hembras sexualmente maduros.

5.2 Comportamiento de talla en machos y hembras

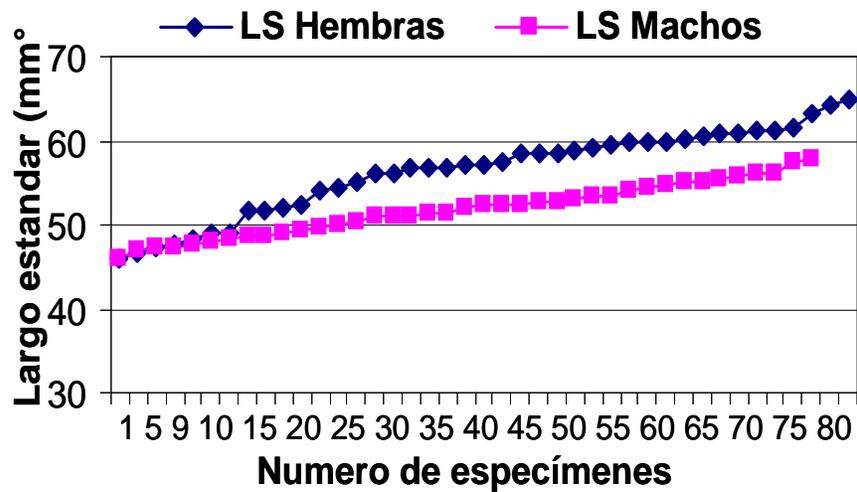


Figura 29. Comportamiento del largo estándar en machos y hembras

Como se menciona en la metodología y podemos observar en la Figura 29, aunque las hembras son más grandes que los machos, las variaciones en la talla entre ambos sexos no son muy marcadas, con una variación de 5 mm más para las hembras.

5.3 Organismos presa encontrados en el tracto digestivo del Ispi

Los organismos presa (zooplanctónicos) identificados durante el análisis del contenido estomacal de Ispi, son los siguientes.

5.3.1 Cladóceros

Los Cladóceros son un grupo de animales pequeños de talla (0.25 – 12 mm) que habitan en las zonas litoral y pelágica de los lagos. La morfología que presenta este grupo, es un caparazón llamado bivalvo que es lateralmente comprimido, protegiendo el tronco y los apéndices del mismo. Otra característica es la segunda antena bifurcada y el post abdomen curvado en la posición

anteroventral (Del Castillo, 1992). Dentro de las zonas de estudio (Carabuco – Tiquina) se identificaron en los contenidos estomacales del Ispi la presencia de ***Daphnia pulex***, ***Bosmina* sp.** y ***Ceriodaphnia* sp.** (Figura 30, 31 y 32) que son parte del grupo taxonómico de los Cladóceros. El resultado de la investigación coincide con el autor consultado Leblond (1983), para Vaux y Wurtsbaugh (1988), solo menciona a ***Daphnia pulex*** como alimento preferido.

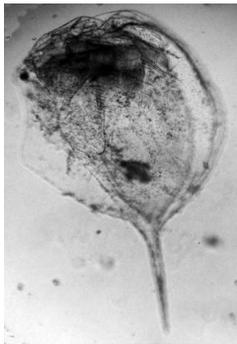


Figura 30. *Daphnia pulex*

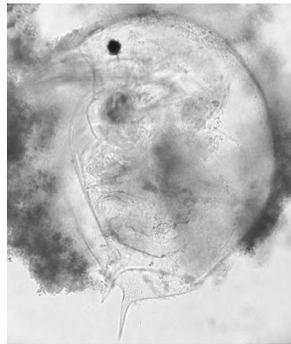


Figura 31. *Bosmina* sp.

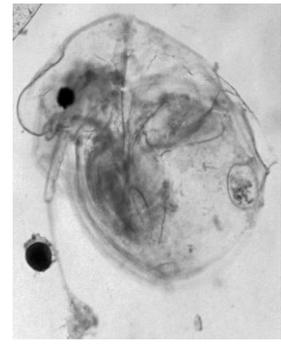


Figura 32. *Ceriodaphnia* sp.

5.3.2 Copépodos

Los Copépodos son micro crustáceos que se encuentra de forma abundante en los cuerpos de agua, constituyéndose como parte importante del alimento de muchos peces. En los análisis de los contenidos estomacales de Ispi (Carabuco – Tiquina) se identificaron al grupos de Copépodos **Calanoide**, **Ciclopoide**, **Harpacticoide** y **Nauplius**.

En la Figura 33 se observa ha un micro crustáceo conocido como **Calanoide** posiblemente identificado como *Boeckella titicacae* y/o *Boeckella occidentalis* del grupo de los Copépodos, presenta un cefalotórax redondeado pero elongado, separado del margen del abdomen, las setas furcales de este micro crustáceo son casi de igual longitud, se caracteriza por las antenulas que son largas en relación a los demás copépodos.

El **Ciclopoide** de la Figura 34, es otro micro crustáceo del grupo de los Copépodos, presenta un cefalotórax redondeado, separado del abdomen, las antenas son cortas en relación al Calanoide, las setas furcales de este micro crustáceo es de diferente longitud. Según Del Castillo (1992), menciona que la longitud del Ciclopoide varia de 0.1 a 0.6 mm.

Otro Copépodo encontrado en los contenidos estomacales del Ispi fue **Harpacticoide**, es un micro crustáceo, con un cuerpo largo y delgado, las antenas que presenta son muy cortas. Estos micro organismos zooplanctónicos no presentan una separación clara entre el tórax y el abdomen. Por otra parte también se encontraron **Nauplius** (larvas de copépodos).

Los ítems alimenticios encontrados en el tracto digestivo del Ispi, coinciden con los resultados de Leblond (1983), mientras con los resultados de Vaux y Wurtsbaugh (1988), mencionan que la dieta del Ispi en edad adulta se compone de Calanoide (*Boeckella titicacae*), sin mencionar a los Ciclopoides y Harpacticoides.

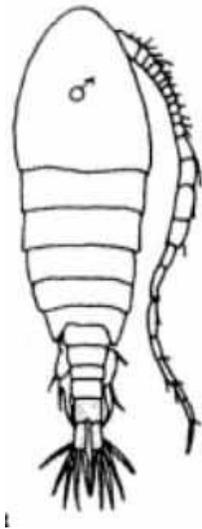


Figura 33. Calanoide



Figura 34. Ciclopoide

5.3.3 Rotíferos

En los análisis del contenido estomacal de Ispi se encontraron muy pocos Rotíferos como *Keratella cuadrata* (Figura 35) y *Lepadella sp.* El bajo Ítems alimenticio encontrado en el tracto digestivo (Carabuco – Tiquina), no significa que el Ispi no tenga preferencia por este grupo, al contrario se llega a un criterio de ocurrencia, que estos micros organismos, se desintegran rápidamente en el tracto digestivo. Los autores consultados como Leblond (1983) Vaux y Wurtsbaugh 1988), mencionan en sus resultados que los Rotíferos también forma parte de la dieta del Ispi.

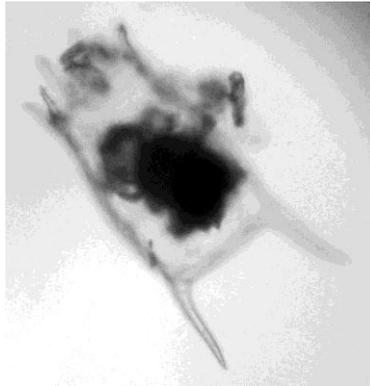


Figura 35. *Keratella cuadrata*

5.4 Cantidad de organismos presa en el tracto digestivo del Ispi

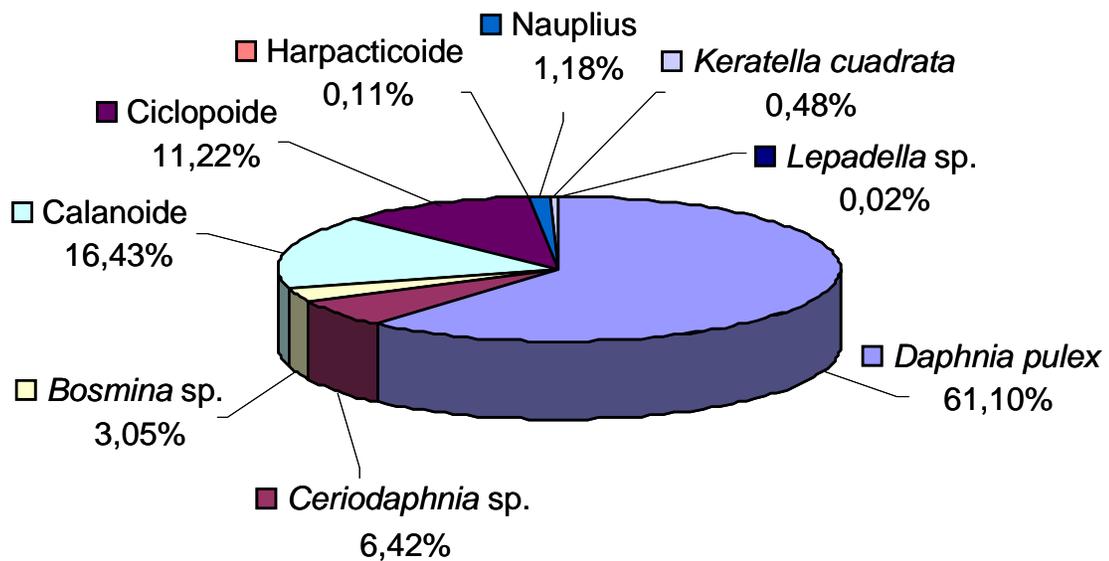
Para aproximarnos a la cuantificación del contenido estomacal de Ispi se difiere de un criterio empleado, la idea de un gran estómago (población total de Ispi), formada por la agregación de los estómagos de todos los especímenes Ispi de las zonas de estudio.

De acuerdo a este criterio empleado (gran estómago), se observa en el Cuadro 9 los resultados de número de presa, promedio de población y porcentaje de organismos, por cada grupo de organismos presa. Seguidamente se observa en la Figura 36 la distribución de los organismos presa en porcentaje.

Cuadro 9. Organismos presa encontrados en Carabuco y Tiquina

Organismos presa	Número de presa	Promedio de población	Porcentaje de organismos
<i>Daphnia pulex</i>	8733	114.91	61,10%
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	918	12.08	6,42%
<i>Bosmina sp.</i>	436	5.74	3,05%
Calanoide	2348	30.89	16,43%
Ciclopoide	1604	21.11	11,22%
Harpacticoide	16	0.21	0,11%
Nauplius	168	2.21	1,18%
<i>Keratella cuadrata</i>	68	0.89	0,48%
<i>Lepadella sp.</i>	3	0.04	0,02%
Total de organismos	14294		100,00%

76 peces portadores de organismos presa en 80 muestras obtenidas

**Figura 36. Distribución de los organismos presa en porcentaje para dos localidades Carabuco y Tiquina**

En la Figura 36 la mayor participación de organismos presa zooplanctónicos encontrado en el tracto digestivo del Ispi corresponde a *Daphnia pulex* con 61,10%, seguido por **Calanoide** con 16,43% y **Ciclopoide** con 11,22%.

Con menor incidencia se encuentran *Ceriodaphnia sp.* con 6,42% acompañado de *Bosmina sp.* con 3,05%, seguido de *Nauplius* con 1,18%, casi ausente se encuentra **Harpacticoide** con 0,11% y los rotíferos *Keratella quadrata* con 0,48% *Lepadella sp.* con 0,02%.

Para cotejar los resultados obtenidos, a continuación se presenta un cuadro de comparaciones de organismos presa encontrados en el tracto digestivo del Ispi por diferentes autores. En los datos presentados por Leblond (1983), que separa a los Calanoides y Ciclopoides adultos de los juveniles fueron agrupados para poder comparar con nuestros resultados, en vista de que nosotros no hicimos esta diferenciación.

Cuadro 10 Comparaciones de organismos presa

Organismos presa	Leblond 1983	Vaux 1998	Presente estudio
<i>Daphnia pulex</i>	66,55%	15%	61,10%
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	10,77%	0%	6,42%
<i>Bosmina sp.</i>	0,52%	0%	3,05%
Calanoides	12,82%	10%	16,43%
Ciclopoides	8,22%	0%	11,22%
Harpacticoides	0%	0%	0,11%
Nauplius	0,31%	0%	1,18%
<i>Keratella quadrata</i>	0,80%	0%	0,48%
<i>Lepadella sp.</i>	0%	0%	0,02%
Total de organismos	100%	0%	100%

Los resultados obtenidos son similares a lo encontrados por Leblond (1983), indicando que el régimen alimenticio de *Orestias ispi* es esencialmente zooplanctóforo su alimentación es diurna y es un cazador a vista que ataca preferentemente lo más grande del zooplancton y de aquellos que tengan menor capacidad de escape como los Cladóceros. Según el examen de los contenidos estomacales, los organismos más capturados corresponde a ***Daphnia pulex*** con 66,55%, seguido de ***Ceriodaphnia sp.*** con 10,77%, **Calanoide** con 12,82% y **Ciclopoide** con 8,22%. Con menor incidencia se encuentra ***Bosmina sp.*** con 0,52%, **Nauplius** con 0,31% y ***Keratella cuadrata*** con 0,80%.

Vaux y Wurtsbaugh (1988), solo presenta resultados para ***Daphnia pulex*** con 15% y **Calanoides** con 10% y los otros grupos no son mencionados. Así mismo se destaca también, que ambos autores no reportan la presencia de **Harpacticoide** y ***Lepadella sp.*** como se encontró en el presente estudio aunque sus porcentajes sean menores al 1%.

Aunque las proporciones son casi las mismas, el número de individuos no es similar, para los grupos más representativos (*Daphnia pulex* y Calanoides) (Ver tabla anexo 5). El número total de *Daphnia pulex* en Leblond (1983), corresponde a 2517 individuos para 9 contenidos estomacales y en la misma relación de 9 contenidos estomacales para nuestro estudio alcanzaría a un total de 1047 individuos. Mientras para Calanoides son un total de 485 individuos en 9 contenidos estomacales registrado por Leblond (1983) y en la misma relación para el presente estudio sería un total de 281 individuos. Para el resto de los otros grupos (*Ceriodaphnia sp.*, Ciclopoide, *Keratella cuadrata*) de igual forma son casi el doble de individuos, excepto para Nauplius y *Bosmina sp.* en los que tenemos registrados el doble para el presente estudio (Ver tabla anexo 5).

Estos resultados presentados por Leblond (1983), Vaux y Wurtsbaugh (1988), corresponden a un periodo diferente del presente estudio, ambos estudios consultados son de la época seca. Aunque son similares con los nuestros que

corresponde a la época húmeda. Sin embargo según Pinto (1991), en su estudio del zooplancton menciona que las máximas en volumen registrados para el zooplancton corresponden a los meses de Enero, Febrero y Marzo y los mínimos se registra en la época seca (invierno).

Al haber encontrado similar composición y porcentaje para diferentes épocas que no coincide con los datos de Pinto (1991), podemos inducir que desde la década del 80 y 90 y el presente estudio la composición del zooplancton ha variado. Estas variaciones no solo se registraron en los volúmenes de zooplancton de Pinto (1991), sino que en el presente estudio para la época seca no se pudieron encontrar especímenes de Ispi, según indican los pescadores no es como años atrás (conversación personal).

El no haber encontrado muestras de Ispi durante el presente estudio (2012), cuando otros autores como Leblond (1983), Vaux y Wurtsbaugh (1988) encontraron para esos periodos, puede haber diferentes posibles hipótesis.

Como el incremento de la contaminación en varios sectores del Lago Titicaca, según Fonturbel *et al.* (2006), se ha registrado un incremento de algas filamentosas que puede determinar cambio en los consumidores primarios y lo que explica Pinto (1991), un efecto en la distribución y/o disminución del Ispi.

Otro motivo para no haber encontrado *Orestias ispi* en época seca puede ser que exista una sobre explotación pesquera, aunque no hay datos confirmados por alguna institución, Esta apreciación es por observación personal y por el dialogo sostenido con varios pescadores.

No se puede descartar la competencia y la depredación por parte del Pejerrey (que ahora también es casi ausente en las redes de los pescadores). Según el ALT (2001), el Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) tiene los mismos hábitos reproductivos y alimenticios que *Orestias ispi* desde la etapa de alevinos, juvenil

y adulto. Esta especie introducida, además de haber sido un depredador de *Orestias ispi* tiene la tendencia de dominar el territorio devorando el zooplancton. Mientras que Vaux y Wurtsbaugh (1988), menciona que el Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en etapa juvenil se alimenta mayormente de Cladóceros y en etapa adulta seleccionan Copépodos.

Este comportamiento en la zona pelágica nos muestra a través de los resultados obtenidos que *Orestias ispi* sufre una presión por su depredador y cuando desea alimentarse, tiende a buscar organismos presa que no sean veloces en escapar como los Cladóceros (*Daphnia pulex*, *Ceriodaphnia* sp, *Bosmina* sp), estos dos últimos organismos por su menor tamaño, es posible que se degraden rápidamente, o como los Rotíferos (*Keratella* sp., *Lepadella* sp.) nauplius de copépodos y los estados de copepoditos de *Boeckella* serían muy pocos capturados por *Orestias ispi* (Pinto, 1991).

Mientras que la distribución de los Copépodos es amplia en el Lago Titicaca Pinto (1991). Los Calanoides y Ciclopoides son más veloces en huir de su depredador, dificultando a que sean atrapados en gran cantidad como los Cladóceros, posiblemente este impedimento para *Orestias ispi* sea a que debe estar atento a no ser depredado por su depredador el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*).

Finalmente también se debe considerar los cambios climáticos presentados en estos últimos años MMAyA (2009), estos factores mencionados pueden perjudicar en la reproducción de estos microorganismos zooplanctónicos, asumiendo que *Orestias ispi* se alimentaría de la mayor cantidad de organismos presa existentes en el Lago.

5.5 Comparación de organismos presa de Carabuco y Tiquina

Seguidamente se presenta los resultados obtenidos, en lo que respecta a la comparación en porcentaje por organismo presa entre Carabuco y Tiquina.

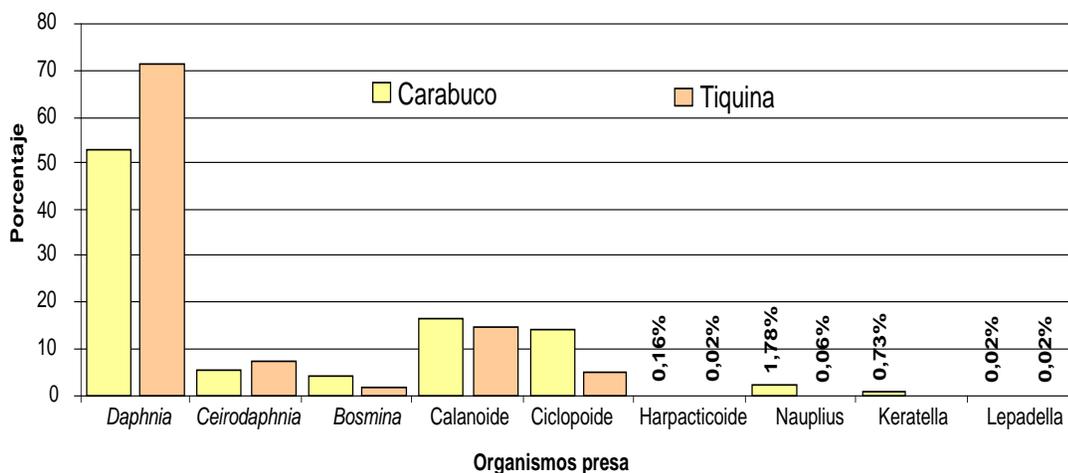


Figura 37. Contenido estomacal por dos localidades Carabuco y Tiquina

En la figura 37 se observa ha *Daphnia pulex* con 52,72% para Carabuco, mientras que Tiquina, presenta una mayor participación de 71,46%, seguido de **Calanoide** con 16,73% para Carabuco, mientras en Tiquina es 14,78%. Para el organismo presa **Ciclopoide** es 14,28% para Carabuco y en comparación a Tiquina, es 5,16%. Con menor incidencia se encuentra *Ceriodaphnia sp.* con 5,73% para Carabuco mientras en Tiquina es 7,18%. Para *Bosmina sp.* presenta 3,93% para Carabuco y en Tiquina presenta 1,32%. La presencia de **Nauplius** en estado de larva de copépodos, se hace notar en Carabuco con 1,78% mientras en Tiquina es de 0,06%. Una baja participación se presenta por parte de los organismos presa **Harpacticoide** con 0,16% para Carabuco y en comparación a Tiquina es 0,02%, mientras *Keratella cuadrata* se encuentra con 0,73% para Carabuco y en Tiquina es 0,00%. El organismo presa *Lepadella sp.* se encuentra casi ausente en Carabuco y Tiquina con 0,02%.

5.6 Análisis de las variaciones del régimen alimenticio de *Orestias ispi* de dos localidades

Seguidamente se presenta los resultados del análisis de las variaciones del régimen alimenticio de *Orestias ispi* de las dos localidades de estudio Carabuco y Tiquina, expuestas en un análisis de componentes principales ACP.

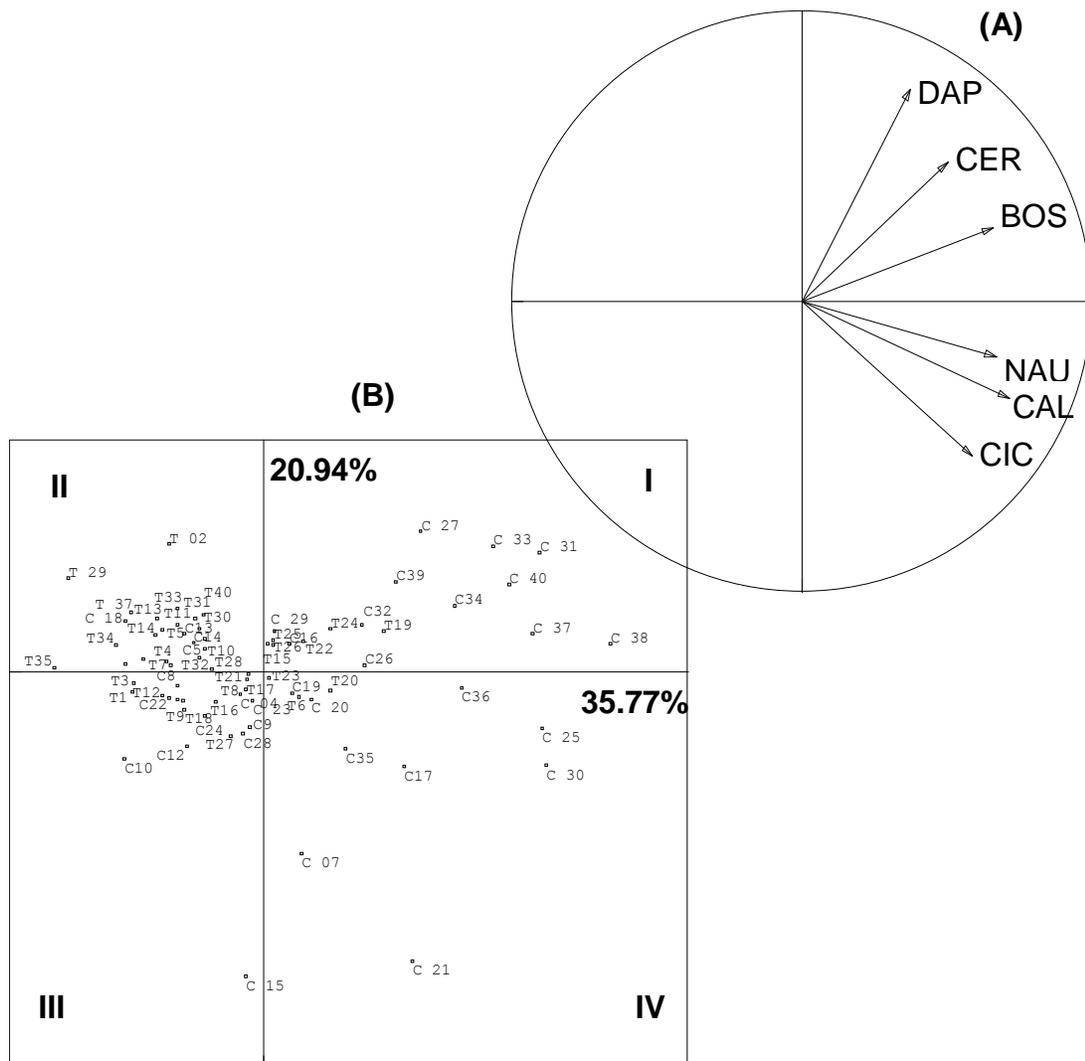


Figura 38. Análisis de componentes principales (ACP) para 6 ítems alimenticios de 75 individuos de *Orestias ispi* en dos localidades Carabuco (Lago mayor) y Tiquina (Lago menor). A. Circulo de correlación. B. Mapa

factorial. De los códigos: Items alimenticios *Daphnia pulex* (DAP); *Ceriodaphnia* sp.(CER); *Bosmina* sp.(BOS); Calanoide (CAL); Ciclopoide (CIC); Nauplius (NAU). Localidades de estudio: Carabuco (C); Tiquina (T).

Lo que observamos dentro del círculo de correlación (Figura 38 A), todos los ítems en general tienen su importancia dentro de los contenidos estomacales, esto explicado por el largo del vector que se acerca a 1 (al borde del círculo de correlación). Estos resultados del círculo de correlación permiten construir el mapa factorial (Figura 38 B), donde observamos la distribución de los organismos de *Orestias ispi* pertenecientes a dos localidades. El mapa factorial tiene una explicación de 35.77% para el eje 1 y de 20,94% para el eje 2, haciendo un total de 56% de explicación de la estructura observada.

En el cuadrante I y IV se encuentran agrupados una mayoría de especímenes de Carabuco (Lago mayor) y solo algunos individuos pertenecientes a Tiquina, se caracterizan por tener una dieta más diversa y en general en mayor proporción (*Daphnia pulex* (DAP), *Ceriodaphnia* sp. (CER), *Bosmina* sp. (BOS), Nauplius (NAU), Calanoides (CAL) y Ciclopoides (CIC).

Mientras que en el cuadrante II y III la mayoría de los especímenes pertenecen a la localidad de Tiquina su dieta es menos diversa que la de los organismos de Carabuco y en menor proporción para los ítems menos importantes. Siguiendo la relación con el círculo de correlación se consideran la proyección de los diferentes vectores sobre el eje II y III de forma negativa. Entonces la presencia de los ítems alimenticios de los contenidos es la misma.

5.7 Análisis de la variaciones morfométricas de *Orestias ispi* de dos localidades

Se ha realizado un análisis de componentes principales con las variables morfológicas, para determinar si las variaciones observadas en los individuos

también los agrupa por localidad en función a posibles adaptaciones versus diferencia de hábitat entre la localidad de Carabuco (Lago mayor) y la localidad de Tiquina (Lago menor). Que explicaremos más adelante mientras explicamos los resultados.

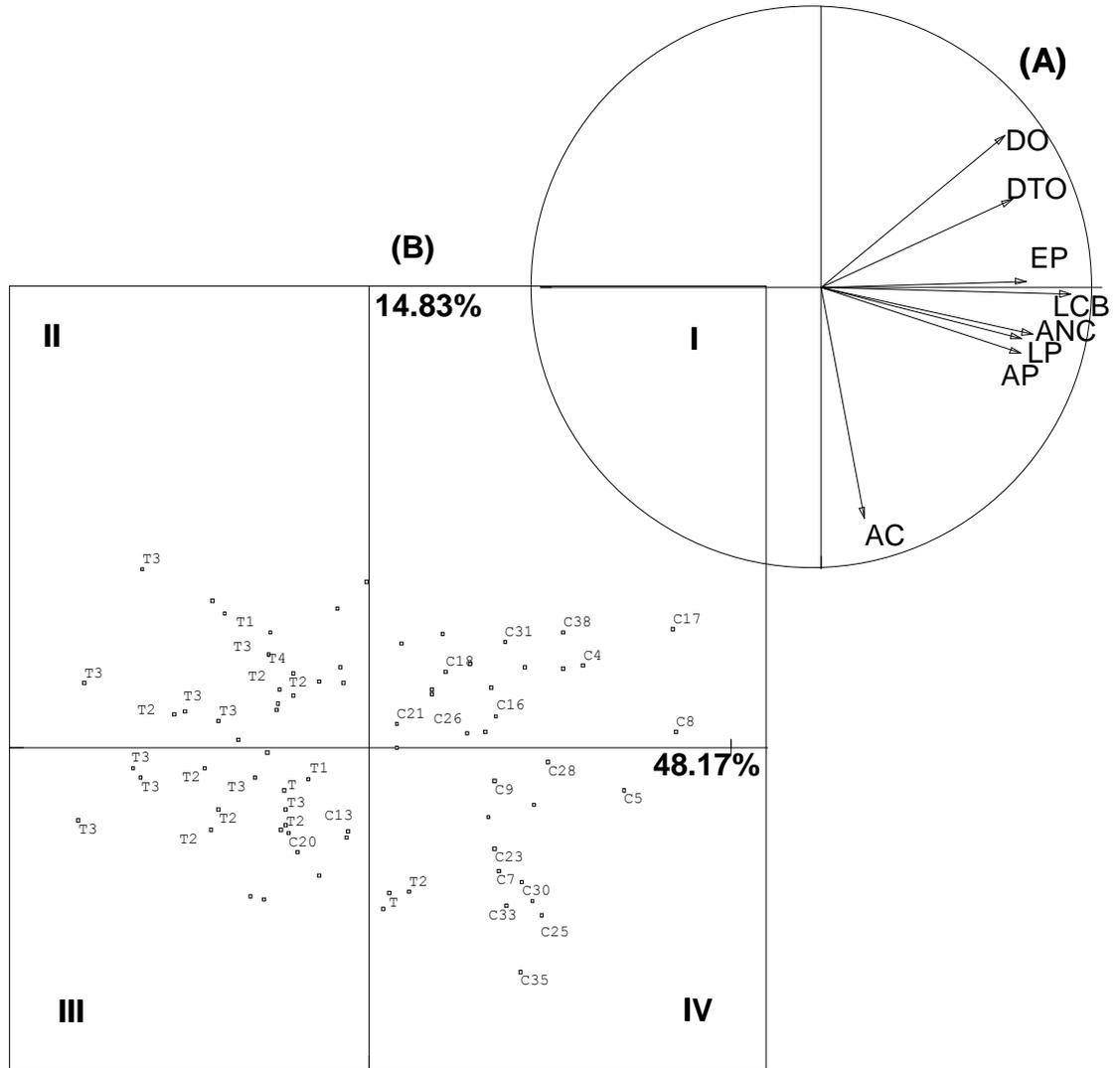


Figura 39 Análisis de componentes principales (ACP) para 8 variables morfométricas de 75 individuos de *Orestias ispi* en dos localidades Carabuco (Lago mayor) y Tiquina (Lago menor). A. Circulo de correlación. B. Mapa factorial. De los códigos: Variables morfométricas: Diámetro del ojo (DO); Distancia entre ojos (DTO); Posición del ojo (EP); Largo de la cabeza (LCB); Ancho de la cabeza (ANCB); Alto de la cabeza (ACB); Largo

del pedúnculo (LP); Alto del pedúnculo (AP). Localidades de estudio: Carabuco (C); Tiquina (T).

Lo que observamos dentro del círculo de correlación (Figura 39 A), todas las variables morfométricas tienen su importancia dentro de la morfología, esto explicado por el largo del vector que se acerca a 1 (al borde del círculo de correlación). Estos resultados del círculo de correlación permiten construir el mapa factorial (Figura 39 B), donde observamos la distribución de los organismos de *Orestias ispi* pertenecientes a dos localidades. El mapa factorial tiene una explicación de 48.17% para el eje 1 y de 14.83% para el eje 2 haciendo un total de 63% de explicación de la estructura observada.

En el cuadrante I se observa a los especímenes de Carabuco (Lago mayor) que se caracterizan por tener un diámetro de ojo (**DO**) y posición de ojo (**EP**) mayor y distancia entre ojo menor (**DTO**). Mientras en el cuadrante II se presenta a especímenes mixtos en mayor número para Tiquina (Lago menor) y en menor número para Carabuco (Lago mayor), caracterizándose por tener una cabeza (**LCB**) corto, anchas (**ANCB**) y chatas (**ACB**) y con pedúnculos mas cortos (**LP**) y mas chatos (**AP**). En el cuadrante III se aprecia a la mayoría de especímenes que habitan en Tiquina (Lago menor) caracterizándose por tener diámetro del ojo (**DO**) y posición del ojo (**EP**) reducido, y distancia entre ojos (**DTO**) mayor. Mientras en el cuadrante IV al igual que el cuadrante II se observa a especímenes mixtos en mayor número los de Carabuco (Lago mayor) y en menor número de Tiquina (Lago menor) con características morfométricas inversas al cuadrante II, quiere decir cabezas largas (**LCB**), altas (**ACB**) y no muy anchas (**ANCB**) y pedúnculos largos (**LP**) y altos (**AP**).

5.8 Relación morfométrica con el régimen alimenticio

Para poder identificar si estas variaciones morfológicas observadas en el Análisis de Componentes Principales (ACP) está en relación al régimen alimentario – uso

de hábitat. Presentamos a continuación un Análisis de Correspondencia Canónica (CCA).

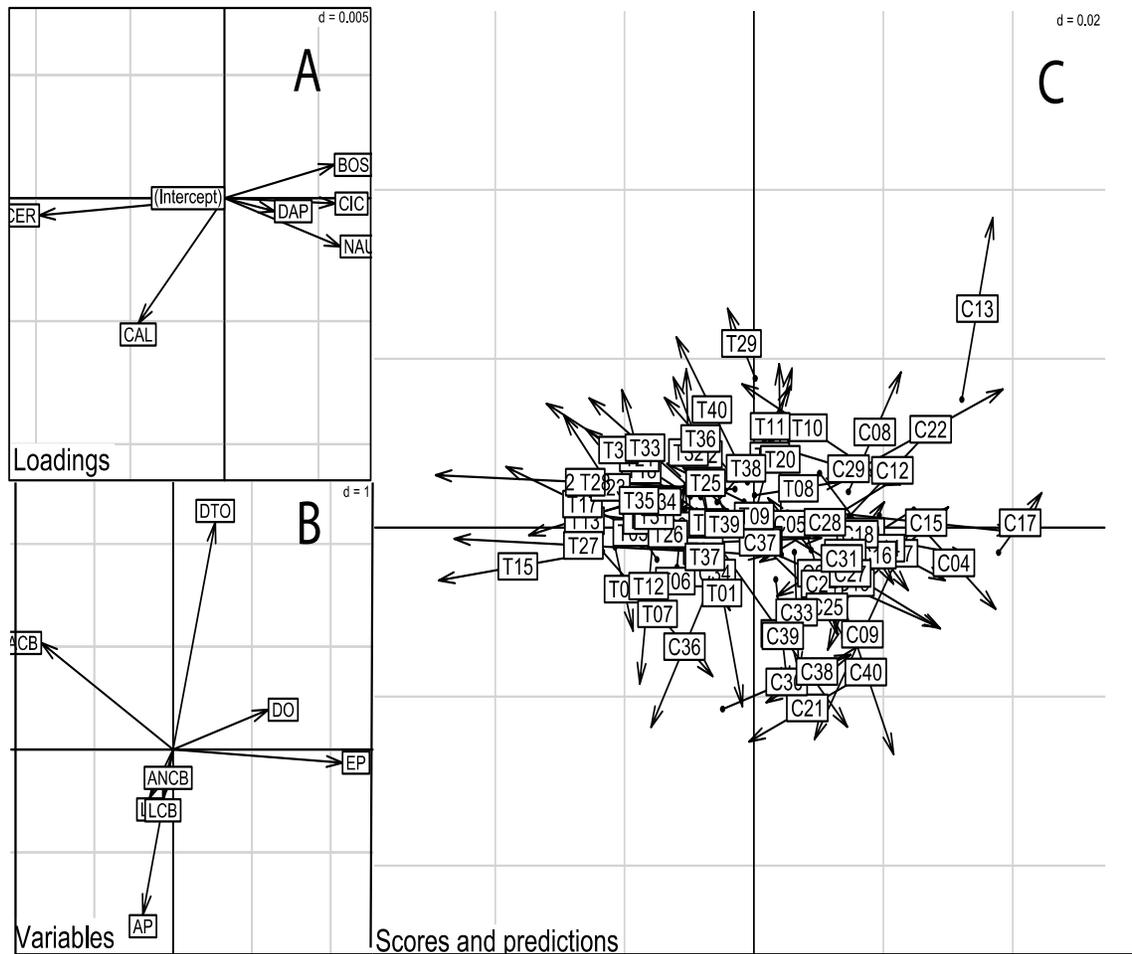


Figura 40. Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) para *Orestias ispi* en dos localidades Carabuco y Tiquina. A Grafica de correlacion dieta. B Grafica de correlacion morfométrica. C Mapa factorial. De los codigos: Items alimenticios, *Daphnia pulex* (DAP); *Ceriodaphnia* sp.(CER); *Bosmina* sp.(BOS); Calanoide (CAL); Ciclopoide (CIC); Nauplius (NAU). Variables morfométricas: Distancia entre ojos (DTO); Diametro del ojo (DO); Posición del ojo (EP); Largo de la cabeza (LCB); Alto de la cabeza (ACB); Ancho de la cabeza (ANCB); Largo del pedunculo (LP); Alto del pedunculo (AP). Localidades de estudio: Carabuco (C); Tiquina (T).

Observamos en el mapa factorial (Figura 40C) con una explicación de 54% en el eje 1 y de 28% en el eje 2, haciendo un total de 82% de la explicación, relacionados con su dieta (Figura 40A) y su morfometría (Figura 40B) en dos localidades Carabuco (Lago mayor) y Tiquina (Lago menor)

La estructura que presenta el mapa factorial (Figura 40C), muestra en el lado derecho de la matriz a los individuos de la localidad de Carabuco (Lago mayor) y en el lado izquierdo a la mayoría de los individuos pertenecientes a la localidad de Tiquina (Lago menor). Se observa a los individuos de Carabuco (Lago mayor) se alimentan de proporciones mayores en *Daphnia pulex* (**DAP**), *Bosmina* sp. (**BOS**), Ciclopoide (**CIC**), Nauplius (**NAU**), compensadas con características morfométricas de un diámetro de ojos (**DO**) y posición de ojos (**EP**) mayor y menor en distancia entre ojos (**DTO**).

Las características morfométricas encontradas en Carabuco (Lago mayor), probablemente sea el componente principal para huir fácilmente de su principal depredador el Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) y de poder habitar en las zonas profundas (50 a 201 m de profundidad) Portugal, (2002) lugares donde es escaso la penetración de luz y *Orestias ispi* necesite una visión amplia (diámetro del ojo) para poder movilizarse.

Por otra parte cuando *Orestias Ispi* desea alimentarse, debe trasladarse de las zonas profundas, cerca a la superficie donde se encuentra su alimento el zooplancton, al poseer ojos grandes les permite tener esa facilidad de observar y depredar a los organismos más grandes como *Daphnia pulex* y Ciclopoides y también a los más pequeños como *Bosmina* sp, y los Nauplius. Una vez que se alimenta es posible que migre nuevamente a las zonas profundas como una forma de protección para no ser depredado por su principal depredador el Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*).

Mientras que los individuos de Tiquina (Lago menor) no están presentes todos los ítems y los que están se encuentran en menor proporción que en Carabuco (Lago mayor) pero, sin embargo tienen la tendencia a alimentarse de *Ceriodaphnia* sp. (**CER**) y Calanoide (**CAL**), además presentan características morfométricas por tener una cabeza (**LCB**) corta, anchas (**ANCB**) y chatas (**ACB**) y con pedúnculos más cortos (**LP**) y más chatos (**AP**) y diámetro de ojos (**DO**), posición de ojo (**EP**) reducido y de mayor distancia entre ojos (**DTO**).

La presencia de estos individuos con cabeza cortas, anchas y chatas posiblemente sea una ventaja para *Orestias ispi*, dificultando a su depredador ingerir fácilmente. Por otra parte una cabeza corta, chata y ancha y un pedúnculo más cortos y chatos, durante la etapa de reproducción probablemente le permita ingresar fácilmente a la zona litoral, donde abunda las plantas macrofitas. Pero también ese pedúnculo le permite tener un desplazamiento rápido sobre la zona pelágica donde se alimentaría de *Ceriodaphnia* sp. y Calanoide.

Finalmente la alta variabilidad morfológica que presentan el género *Orestias* que hasta el día de hoy sigue generando incertidumbres taxonómicas, ya que aun no se sabe a ciencia cierta cuántas especies existen en el Lago Titicaca y cuáles son estas. Según Parenti (1984), presenta 43 especies agrupadas en 4 complejos (mencionado en el acápite afinidades filogenéticas de la ictiofauna nativa) y Lauzanne (1982), mantiene los complejos descritos por Parenti (1984), pero solo para el Lago menor describió 13 especies, donde identifico para los denominados Ispis a dos especies *Orestias ispi* y *Orestias forgueti*. Nosotros siguiendo la clave de Lauzanne (1982), hemos determinado que la mayoría de los individuos capturados correspondían más a *Orestias ispi*, sin embargo no todas las características descritas en la clave eran al 100% confirmadas para esta especie.

Sin embargo estas variaciones morfológicas nosotros las hemos podido interpretar en los resultados de los Análisis de Correspondencia Canónica (CCA)

donde se muestra una correlación de $R^2 = 0.80$ de las variables morfológicas dependientes del régimen alimentario y uso de hábitat, considerando siempre que las características y condiciones de hábitat disponibles en el Lago menor, distan mucho de las del Lago mayor.

6. CONCLUSIONES

- Se ha trabajado con especímenes adultos (sexualmente maduros) evitando de esta manera se elimine el efecto ontogénicos en la información presentada referente a los contenidos estomacales.
- Las tallas comprendidas para el presente estudio en especímenes machos fueron de 46.07 a 57.07mm mientras en los especímenes hembras son de 45.04 a 64.93mm estas variaciones no son muy marcadas en ambos sexos aunque las hembras son un poco más grandes con una variación de 5mm.
- Los organismos presa (zooplanctónicos) identificados durante el análisis de los contenidos estomacales fueron, Cladóceros que comprende a ***Daphnia pulex***, ***Ceriodaphnia sp.*** y ***Bosmina sp.*** mientras en el grupo de Copépodos se identificaron a **Calanoides**, **Ciclopoides**, **Harpacticoides** y **Nauplius** (larvas de copépodos), finalmente dentro del grupo de Rotíferos se a identificado a ***Keratella cuadrata*** y ***Lepadella sp.***
- De acuerdo al criterio empleado de conformar un solo estomago (gran estomago) a partir de las muestras obtenidas, las cantidades de organismos presa encontrados en el tracto digestivo de *Orestias ispi* se expresan en los ítems ***Daphnia pulex*** con 61,10%, ***Ceriodaphnia sp.*** con 6,42%, ***Bosmina sp.*** con 3,05%, **Calanoides** con 16,43%, **Ciclopoides** con 11,22%, **Harpacticoides** con 0,11%, **Nauplius** 1,18%, ***Keratella cuadrata*** con 0,48% y ***Lepadella sp.*** con 0,02%

- La comparación de los ítems alimenticios de *Orestias ispi* con los autores consultados prevalecen, pero las proporciones son diferentes esto puede explicarse por diferentes aspectos como la época de estudio la contaminación acuática provocado por el hombre, cambios climáticos, la variación y disminución posible de los organismos zooplanctónicos.
- Comparando los contenidos estomacales de las dos localidades Carabuco (Lago mayor) y Tiquina (Lago menor) los ítems alimenticios que presenta *Orestias ispi* son los mismos aunque las diferencias se expresan de forma cuantitativa debido a que las características y condiciones de hábitat disponibles en el Lago menor, distan mucho de las del Lago mayor (profundidad, penetración de luz, vegetación acuática, pH, etc).
- El Análisis de Correspondencia Canónico (CCA) muestra, que las variaciones morfométricas identificadas para las dos localidades, tienen relación con el régimen alimentario y el uso de hábitat Los especímenes de Carabuco principalmente presentan un diámetro de ojos mayores que le permiten posiblemente migrar a las zonas más profundas, característica del Lago mayor
- Para los especímenes de Tiquina presentan cabezas cortas, chatas y anchas, al parecer probablemente para poder ingresar dentro de las macrófitas que se encuentran hasta los 20 metros, profundidad promedio del Lago menor.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de seguimiento de contenidos estomacales particularmente en la época seca.
- Realizar un nuevo estudio sobre la distribución del zooplancton en el Lago Titicaca.

- Desarrollar tecnología para el cultivo del zooplancton, para conocer los periodos de reproducción y sus hábitos alimenticios.
- A partir del cultivo de zooplancton se recomienda estudiar los niveles de nutrientes que tienen estos micro organismos y en base a los resultados, elaborar raciones para los peces zooplanctónicos
- Realizar estudios continuos (mensual) de las capturas en el Lago Titicaca para establecer un mapa de distribución actual de las especies nativas en particular de *Orestias ispi*.
- Realizar estudios sobre la importancia socioeconómica de las especies nativas en particular de *Orestias ispi*
- Elevar la conciencia de los pescadores sobre el manejo de los recursos pesqueros y mejorar las prácticas de pesca, para la conservación del ecosistema acuático del Lago.
- Se recomienda realizar seminarios talleres sobre el uso de fertilizantes y pesticidas agrícolas en cultivos que se encuentran en las riberas del Lago Titicaca que afecta de forma directa (por arrastre) al ecosistema acuático.
- Por encontrarse *Orestias ispi* en el nivel de vulnerabilidad es necesario formular políticas de conservación en el manejo de esta riqueza natural ya que ésta especie nativa tiene importancia para la seguridad alimentaría presente y futura.
- Para concluir finalmente se recomienda realizar nuevos estudios sobre la varibilidad morfológica que presenta el genero *Orestias* en el Lago Titicaca que hasta el día de hoy sigue generando incertidumbres taxonomicas.

8. BIBLIOGRAFIA

ALT. AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA DEL LAGO TITICACA. 2001. Proyecto Evaluación de Especies Introducidas en el Ámbito Boliviano del Sistema TDPS. Informe Final. La Paz – Bolivia. p. 55.

ALT. AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA DEL LAGO TITICACA. 2010. (en línea). Biodiversidad del Lago Titicaca. Consultado el 25 de Abril de 2012. La Paz – Bolivia. p. 8. Disponible en www.pnud.bo/biodiversidad/alt/diagnostico.html.

CASTAÑÓN, V.; DE LA QUINTANA, H; LIMACHI, J. 1995. Reproducción Artificial de Ispi (*Orestias ispi*) La Paz – Bolivia. p. 4, 7, 9, 11.

CASTAÑÓN, V.; FLORES, T.; LIMACHI, J. 2002. Manual Pesquero para el Repoblamiento del Lago Titicaca con Especies Nativos (Proyecto del Desarrollo Pesquero Lago Titicaca). Editorial TECNO – PRINT. La Paz – Bolivia. 82 p.

CCSLT. CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DEL SISTEMA DEL LAGO TITICACA. 2001. “Memorias del Simposio Internacional sobre el Sistema del Lago Titicaca”. Edición Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Impreso Artes Graficas Latino. La Paz – Bolivia. 429 p.

CIDAB. CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO ACUICOLA BOLIVIANO. 2002. Seminario: Manejo de Recursos Pesqueros en el Lago Titicaca. La Paz – Bolivia. p. 3, 4, 6.

DEL CASTILLO, M. 1992. Introducción al Estudio Taxonómico del Zooplancton. (Rotífera – Crustácea: Cladóceras, Copépodos). 2º Versión. Cochabamba – Bolivia. 104 p.

FLORES, O. 2002. Componente de Investigación de Recursos Hidrobiológicos y Acuicultura. Especies Nativas. Puno – Perú. p. 23.

FONTURBEL, F.; MOLINA, C.; ENRIQUE, R. 2006. Evaluación rápida de la diversidad de fitoplancton en aguas eutróficas del Lago Titicaca (Bolivia) y su uso como indicador del grado de contaminación La Paz – Bolivia. p. 5.

GARCIA, G.; FONTURBEL, F. 2003. Propuestas para un Desarrollo Sostenible del Lago Titicaca. Edición. Publicaciones Integrales. La Paz – Bolivia. 112 p.

GATZ, A. J, 1979. "Ecological morphology of freshwater stream fishes. Tulane studies in zoology and botany 21(2): 91-124.

IBAÑEZ, C. 2000. Composición de la Comunidad de Zooplancton en Ocho Lagunas de la Planicie de Inundación del Río Mamoré. Tesis de Grado: Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Carrera de Biología – UMSA. p. 11, 14, 15.

IGM. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 2010. La Geografía de la Ciudad de La Paz. Estado Mayor. La Paz – Bolivia. p. 17.

KOSTE, W, 1978. Rotatoria. Gebruder Borntraeger. Berlin, Alemania. 673 p.

LAUZANNE, L. 1982. Les *Orestias* (Pisces Cyprinodontidae) du Petit lac Titicaca. Editorial HISBOL – ORSTOM. 1º Edición. p. 40, 41.

LEBLOND, R. 1983. Quelques Aspects de l'alimentation et de la Selection des Proies Chez *Orestias ispi* Lauzanne (Pisces Cyprinodontidae) du lac Titicaca. Convention UMSA – ORSTOM. La Paz – Bolivia. 30 p.

LOUBENS, G.; SARMIENTO, J. 1985. Observations sur les poissons de la partie bolivienne du lac Titicaca I. Milieux et peuplements. Rev. Hydrobiol. trop. 17 (2).

LAURA, E. 2004. Evaluación Socio Económico de la Pesquería Íctica Nativa en la Comunidad de Suriki Lago Menor del Titicaca. Tesis de Grado: Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. p. 20.

LAVAYEN, J. 2009. El Lago Titicaca y su Cultura. Editorial Comunicarte S.R.L. La Paz – Bolivia. 45 p.

MAMANI, F. 2004. Utilización de la Lombriz Californiana (*Eisenia foetida*), Ispi (*Orestias ispi*) y Carachi negro (*Orestias olivaceus*) como Carnada para la Pesca de Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) con dos Tamaños de Anzuelo en la Región de Zoncachi. Tesis de Grado: Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. p.48.

MMAyA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. 2009. Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia. La Paz – Bolivia.571p.

PINTO, J. 1991. Distribución del Zooplancton en la parte Boliviana del Lago. En DEJOUX, C.; ILTIS, A. 1991. El Lago Titicaca. Síntesis del Conocimiento Limnológico Actual. ED. ORSTOM – HISBOL. La Paz – Bolivia. p. 277 – 283.

PORTUGAL, J. 2002. Los Urus Aprovechamiento y Manejo de Recursos Acuáticos. La Paz – Bolivia. p. 312.

PELT. PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL DEL LAGO TITICACA. 2002. Legislación Pesquera de Aguas Continentales. Especies Ícticas Nativas del Lago Titicaca. 1º Edición. Puno – Perú. p. 8 – 10.

PROYECTO BOL. 2002. Manual “Manejo de Pesca Sostenible en el Lago Titicaca”. Sub contrato: Desarrollar la Capacidad de Programa de Pesca Artesanal en Bolivia. 23 p.

PSID, S.R.L. 2004. Estudio Ambiental de Contaminación. Bahía Ocaña. Lago Titicaca. Prefectura del Departamento de La paz – Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente. La Paz – Bolivia. p. 15 – 20.

PUÑA, L. 2004. Evaluación del Hábito Alimenticio del Punku (*Orestias luteus*) en la parte Boliviana del Lago Titicaca. Tesis de grado: Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. p. 62.

PEREZ, F. 2006. Diagnostico Ambiental Mancomunidad del Municipio del Lago Titicaca. La Paz – Bolivia. p. 12.

PELT. PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL DEL LAGO TITICACA. 2008. Dirección de Recursos Hidrobiológicos. Reproducción Artificial de Especies Nativas. Puno – Perú. p. 3 – 8.

PLAN ACCION. 2009. Plan Acción para Especies Amenazadas de Bolivia. La Paz – Bolivia. p. 7 – 8.

PELT. PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL DEL LAGO TITICACA. 2011. (en línea). Puno – Perú. p. 16 Consultado 15 de Mayo de 2012. Disponible en www.pelt.org/flora.htm.

QUISPE, M. 2000. Evaluación del Régimen Alimenticio del Mauri (*Trichomycterus rivulatus*) en el Lago Titicaca. Tesis de Grado: Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. 96. p.

RIVEROS, V. 2007. Diagnostico de Recursos Naturales Circunlacustre y Lacustre de Quiascapa y Carabuco. Unidad Operativa Boliviana. 87 p.

SARMIENTO, J.; BARRERA, S. 2003. Lista de Peces Amenazados de Bolivia. Fauna Amenazada de Bolivia. Animales sin Futuro. La Paz – Bolivia. p. 16.

SDDP. SECRETARIA DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO PRODUCTIVO. 2007. Complejo Productivo y Asistencia Técnica a la Cadena Integral Piscícola. Prefectura del Departamento de La Paz. – Bolivia p. 8 – 10.

SNHN. SERVICIO NACIONAL DE HIDROGRAFIA NAVAL. 2008. Unidad de Pesca de la Prefectura. Informe Técnico. La Paz – Bolivia. 120 p..

SEDAG. SERVICIO DEPARTAMENTAL AGROPECUARIO. 2008. Unidad de Pesca de la Prefectura. Informe Técnico. La Paz – Bolivia. 125 p.

TARQUI, F. 2003. Programa de Capacitación: Biología y Reproducción Artificial de las Especies Ícticas Nativas del Lago Titicaca. CIDAB – JICA. 1º Edición. La Paz – Bolivia. 56 p.

ULAP – IE. 2012. UNIDAD DE LIMNOLOGIA AREA DE PECES DEL INSTITUTO DE ECOLOGIA. Protocolo Utilizado para Identificar el Estadio Gonadal de peces.

VAUX, P.; WURTSBAUGH, W. 1988. Ecology of the Pelagic Fishes of Lake Titicaca. Perú – Bolivia. p. 220 – 225.

VILA, I.; PARDO, R.; SCOOT, S. 2007. Freshwater Fishes of the Altiplano. Aquatec Ecosystems Health. Management. p. 201 – 212.

ANEXOS

Anexo 1. Mediciones morfométricas de Ispi en Carabuco

Nº	Fecha	Especie	Codigo	Peso	LS	LT	AC	LP	AP	ANP	LAP	LAC	PEC
1	07/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 1	2,75	64,93	76,47	5,32	16	5,69	2,91	9,52	11,85	4,47
2	07/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 2	2,6	64,14	73,62	5,62	15,34	6,33	3,06	10,03	10,56	3,71
3	07/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 3	2,42	61,18	72,81	5,95	15,15	6	3,21	8,82	10,88	3,22
4	07/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 4	2,43	60,17	72,41	6,08	14,57	6,29	3,66	9,57	11,3	3,31
5	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 5	2,87	63,29	75,59	6,46	15,56	6,25	2,59	9,03	11,45	3,15
6	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 6	2,66	60,7	73,03	7,4	14,49	6,19	2,58	8,52	11,63	4,59
7	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 7	2,26	56,93	70,24	6,28	14,34	5,81	3,33	8,69	11,23	2,6
8	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 8	3,08	61,26	74,12	8,07	15,56	5,83	2,86	9,83	11,82	2,86
9	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 9	2,33	59,86	69,57	5,47	16,06	6,27	3,18	8,27	11,77	2,47
10	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 10	2,73	61,49	72,23	7,26	16,03	5,81	3,54	8,77	10,28	3,54
11	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 11	2,41	60,76	71,93	7,86	14,53	6,39	3,6	7,27	11,78	3,44
12	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 12	2,23	59,7	69,95	5,76	14,21	5,6	3,61	7,74	11,04	3,06
13	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 13	2,15	56,21	67,68	5,96	15,24	5,28	3,29	9,11	10,75	3,7
14	08/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 14	2,51	58,5	70,11	7,32	14,45	6,49	3,69	9,2	11,18	3,87
15	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 15	2,29	56,63	68,1	6,92	13,76	6,16	2,73	9,69	10,81	3,64
16	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 16	2,43	59,36	69,94	6,54	14,55	5,93	3,1	8,42	10,69	3,17
17	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 17	2,39	57,01	69,03	6,82	15,57	6,09	3,01	9,58	11,01	3,4
18	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 18	2,15	56,07	67,77	6,93	15,07	5,58	2,8	9,12	10,46	3,63
19	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 19	2,32	55,36	67,34	7,46	14,02	6,57	3,18	9,66	11,97	3,77
20	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 20	2,04	58,41	70,59	5,57	13,63	5,44	2,26	9,56	11,74	3,2
21	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 21	1,85	53,94	63,75	6,32	13,11	6,55	2,9	9,07	9,01	3,16
22	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 22	1,57	52,27	62,48	5,73	13,44	4,87	2,91	7,71	9,88	3,46
23	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 23	1,82	54,57	65,51	6,41	15,1	5,8	2,93	9,67	10,45	3,17
24	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 24	2,22	57,17	67,98	7,14	15,6	5,48	2,86	8,2	10,2	3,46
25	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 25	1,93	56,13	66,39	6,51	14,55	5,45	2,77	8,25	10,91	3,37
26	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 26	2,22	56,07	67,77	6,52	14,58	6,4	2,44	8,55	10,17	3,39
27	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 27	2,07	57,79	68,61	6,63	13,26	6,41	3,34	9,15	10,86	4,15
28	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 28	2,23	59,95	70,49	6,2	15,28	5,37	1,82	9,54	10,88	3,44
29	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 29	2,31	58,32	70,04	7,44	15,21	5,55	2,6	8,52	10,6	3,35
30	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 30	2,1	54,42	65,22	6,93	14,66	6,03	2,98	8,61	10,36	2,99
31	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 31	1,89	54,97	65,6	6,76	14,55	5,94	2,55	9,56	10,82	3,43
32	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 32	1,79	53,47	65,45	6,61	13,22	6,1	2,19	9,91	10,86	3,82
33	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 33	2,51	53,38	63,06	10,25	13,47	5,69	3,19	8,36	10,19	3,39
34	09/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 34	1,8	52,9	65,37	6,84	13,01	5,46	3,16	8,44	11,06	3,49
35	13/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 35	1,65	52,18	62,24	6,02	13,49	5,21	2,54	7,69	11,27	3,02
36	13/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 36	1,82	51,25	61,72	6,59	13,67	5,4	2,15	7,14	10,25	3,16
37	13/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 37	1,63	50,91	62,18	6,07	12,47	5,17	2,63	8,78	10,52	3,25
38	13/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 38	1,58	52,8	63,67	6,03	14,01	5,47	2,86	8,11	10,93	3,22
39	13/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 39	1,33	47,4	57,97	5,86	11,68	5,79	2,97	7,3	10,26	2,63
40	13/02/2012	<i>O. ispi</i>	C 40	1,59	48,8	59,09	5,26	12,65	5,57	3,01	8,37	10,05	3,3

Mediciones morfométricas de Gatz (1979) LS= Largo estándar; LT= Largo total; AC= Ancho del cuerpo;

LP= Largo del pedúnculo; AP=Alto del pedúnculo; ANP= Ancho del pedúnculo LAP= Largo de la aleta pectoral; LAC= Largo de la aleta caudal; PEC= Ancho de la aleta pectoral.

Código	ANC	EP	IAV	DO	DTO	LCB	ACB	ANCB	AB	LCE	ANOE	LHE	ALHE	LTE
C 1	8,53	5,44	12,07	4,57	4,16	15,42	7,17	6,8	3,28	13,96	6,59	1,76	5,52	76,72
C 2	7,61	4,68	11,82	4,6	4,21	14,89	6,97	5,97	3,62	13,59	6,56	1,88	4,35	71,68
C 3	6,78	4,53	11,25	4,58	4,41	14,75	7,26	6,46	3,71	12,93	6,25	1,9	4,22	70,83
C 4	7,02	4,55	11,5	4,56	4,31	14,27	7,32	6,8	4,01	13,45	6,17	1,83	4,35	71,84
C 5	7,03	3,98	11,8	4,87	4,32	14,32	8,75	7,24	4,05	13,81	5,67	1,64	5,74	74,71
C 6	7,3	4,55	11,82	5,04	4,84	15,02	9,07	6,99	4,39	13,44	6,17	2,02	6,01	71,11
C 7	7,28	5,39	10,72	4,24	4,01	13,83	9,08	6,31	3,1	12,69	5,57	2,08	5,86	67,6
C 8	7	4,44	12,03	4,37	4,93	15,8	8,06	7,14	3,8	13,71	6,35	1,9	6,48	72,17
C 9	6,27	4,14	10,33	4,21	3,9	14,01	7,54	6,36	4,01	12,69	6,47	2,21	5,5	67,87
C 10	7,14	4,3	11,55	4,47	4,11	14,06	7,56	6,03	4,04	12,93	5,63	2,14	5,69	70,73
C 11	5,38	4,52	12,41	4,35	4,21	15,21	7,48	6,09	3,17	13,75	5,88	2,52	5,39	70,19
C 12	7,46	4,35	10,69	4,52	4,43	14,49	7,77	6,62	3,73	12,84	5,9	2,57	5,43	68,26
C 13	7,75	3,87	11,73	5,27	5,11	13,98	7,2	6,58	3,64	13,39	5,81	2,59	5,52	65,82
C 14	7,2	4,46	12,57	4,55	4,4	15,2	7,68	5,84	3,81	13,28	6,47	2,64	5,54	67,49
C 15	5,62	4,59	11,8	4,7	4,41	14,34	7,43	6,61	3,83	13,4	6,27	2,47	5,73	66,52
C 16	6,05	4,29	11,85	4,34	4,15	14,33	7,65	6,42	3,66	12,43	6,32	1,96	5,71	68,07
C 17	7,41	4,78	11,51	4,81	4,65	15,05	7,55	6,75	3,24	13,43	6,74	1,99	5,66	68,48
C 18	7,61	4,56	10,97	4,48	4,03	13,91	7,59	5,81	3,64	12,02	5,43	1,94	5,7	64,79
C 19	6,72	4,37	12,98	4,36	4,07	14,86	8,22	6,34	3,32	13,63	6,36	2,16	5,88	65,18
C 20	4,92	3,38	10,58	4,21	3,99	13,68	6,65	6,42	3,22	12,12	5,94	2,18	5,3	68,04
C 21	7,13	3,62	12,48	4,28	3,86	13,65	7,26	6,41	3,33	12,06	5,41	1,83	5,15	62,51
C 22	6,42	4,25	10,94	4,5	4,12	12,87	7,12	6,66	3,07	12,13	5,06	2,04	5,14	60,84
C 23	6,34	4,15	11,45	4,35	4,11	13,25	6,81	6,51	3,41	11,92	5,37	1,71	5,31	62,96
C 24	6,28	3,88	11,78	4,15	3,98	14,12	6,96	6,49	3,09	12,68	5,74	1,89	5,74	66,14
C 25	5,88	3,79	10,12	4,04	4,03	13,04	7,03	6,21	3,48	11,7	6,08	1,66	5,26	64,71
C 26	5,03	3,84	11,59	4,17	4,11	14,21	7,3	6,27	3,54	12,64	6,04	2,08	5,73	66,21
C 27	6,5	4,64	12,16	4,26	4,12	14,34	7,68	6,17	3,18	13,09	5,72	2,2	5,63	66,58
C 28	4,84	3,87	10,78	4,07	3,96	14,4	7,59	6,05	2,7	12,89	5,89	2,02	5,3	68,77
C 29	6,28	4,32	11,61	4,47	4,21	15,24	7,82	5,43	3,3	13,47	6,32	2,33	6,12	68,02
C 30	7,26	3,84	10,04	4,32	4,07	13,66	6,98	5,79	3,16	12,32	5,47	1,95	4,96	63,92
C 31	7,63	4,01	10,56	4,58	4,38	14,13	7,47	6,31	3,44	13,14	6,2	1,98	5,85	64,44
C 32	7,58	3,87	11,59	4,29	4,27	13,31	7,46	6,65	3,31	12,53	5,32	1,78	5,65	63,34
C 33	8,76	3,62	12,14	4,11	3,84	13,45	6,76	6,46	3,17	11,79	5,11	1,84	5,24	61,2
C 34	4,81	3,59	11,45	4,08	3,85	13,92	7,54	5,61	3,44	11,83	5,59	1,89	5,11	62,21
C 35	4,95	3,46	11,17	4,31	3,83	13,2	7,85	5,95	3,34	11,76	5,39	1,51	5,14	60,31
C 36	5,86	3,68	10,6	4,22	3,25	13,3	8,18	6,59	3,03	11,78	5,71	1,98	5,75	60,11
C 37	6,59	4,05	10,28	4,04	3,57	12,65	9,17	6,28	3,15	11,88	5,15	2,08	5,47	60,8
C 38	5,71	3,55	11,3	4,06	3,7	13,71	6,73	6,35	3,22	11,42	5,68	1,79	5,32	61,02
C 39	6,42	3,63	11,35	4,11	3,68	12,84	6,44	5,82	3,21	11,12	5,37	1,65	5,05	56,13
C 40	7,1	3,87	9,65	4,39	3,41	12,33	6,68	5,87	3,44	11,14	4,98	1,81	4,87	58,03

ANC= Ancho de la aleta caudal; EP= posición del ojo; IAV=Alto del cuerpo; DO= Diámetro del ojo; DTO= Distancia entre ojos; LCB= Largo de la cabeza; ACB= Alto de la cabeza; ANCB= Ancho de la cabeza; AB= Apertura de la boca. **Mediciones morfométricas de Lauzanne (1982)** LCE= Largo de la cabeza; ANOE=Distancia orbital entre ojo y opérculo; LHE= Largo del hocico; ALHE= Alto del hocico; LTE= Largo.

Código	LSE	LHDE	LHAE	LHPE	ALCUE	ANCUE	LAE	OB	SX	EG	LI
C 1	62,25	37,54	38,99	13,17	11,65	5,77	12,24	1	H	5	48,72
C 2	61,15	35,73	37,68	14,46	10,16	5,3	10,78	1	H	3	48,03
C 3	59,53	33,87	35,56	14,12	10,36	5,54	10,93	1	H	3	41,03
C 4	58,72	35,75	35,39	13,61	10,78	5,89	11,21	1	H	4	39,34
C 5	62,6	38,22	39,56	15,94	11,82	6,5	10,94	1	H	4	46,76
C 6	58,57	37,52	37,7	14,79	10,78	6,52	10,4	1	H	5	40,98
C 7	56,44	33,27	36,46	13,95	9,39	5,94	9,57	1	H	4	46,74
C 8	59,71	36,76	38,41	14,76	11,67	6,57	11,05	1	H	4	32,62
C 9	57,76	35,22	36,86	13,62	10,47	5,44	9,19	1	H	5	40,37
C 10	60,31	35,4	36,27	12,53	11,65	7,06	9,42	1	H	5	42,28
C 11	57,5	35,41	35,86	15,14	11,23	7,47	11,63	1	H	3	47,8
C 12	57,01	35,91	36,87	13,89	9,61	5,36	9,98	1	H	4	41,92
C 13	54,86	33,14	34,13	14,97	11,59	5,67	11,15	1	M	2	32,95
C 14	56,9	34,72	34,74	13,45	12,14	6,25	10,68	1	H	3	38,66
C 15	56,39	34,1	35,02	13,69	10,25	6,02	10,04	1	H	5	44,75
C 16	56,96	35,12	37,53	14,44	10,97	5,86	9,45	1	H	5	52,35
C 17	57,65	35,74	36,66	14,58	10,91	6,48	9,86	1	H	4	48,69
C 18	54,22	32,95	33,82	14,17	10,51	6,02	11,32	1	M	2	36,34
C 19	53,99	32,88	33,4	14,49	11,13	7,17	11,93	1	M	2	38,19
C 20	55,43	33,24	35,87	13,17	10,87	5,52	11,34	1	H	5	40,57
C 21	53,28	30,45	31,17	13,96	11,37	5,51	13,81	1	M	2	35,82
C 22	50,26	31,14	33,46	13,53	10,41	5,6	10,16	1	M	3	35,01
C 23	53,5	30,73	30,82	13,65	10,87	5,68	12,27	1	M	2	34,45
C 24	54,79	32,31	33,73	13,58	11,13	6,07	9,41	1	H	5	44,02
C 25	54,23	32,98	35,17	13,4	10,37	5,52	9,52	1	H	3	39,79
C 26	56,02	34,92	35,37	13,65	12,01	6,17	9,84	1	H	3	49,32
C 27	55,49	33,98	34,96	13,61	10,63	5,89	10,78	1	M	2	40,65
C 28	57,7	36,15	36,59	13,68	9,78	6,08	9,62	1	H	4	41,47
C 29	57,06	35,51	35,87	13,84	10,91	6,61	9,03	1	H	5	42,07
C 30	52,99	30,61	33,84	12,58	8,98	5,95	8,32	1	H	3	40,17
C 31	52,53	31,81	32,68	14,27	10,15	5,86	8,82	1	M	2	36,14
C 32	51,73	32,4	33,08	13,79	10,75	6,25	10,88	1	M	2	34,47
C 33	50,39	31,09	31,71	12,12	11,57	9,57	9,33	1	M	2	35,67
C 34	52,16	31,24	31,79	12,31	9,93	6,17	9,24	1	M	2	34,43
C 35	49,69	29,5	31,95	13,07	10,29	5,65	9,91	1	M	3	37,42
C 36	49,74	30,36	31,39	12,87	9,57	5,96	10,28	1	M	3	30,66
C 37	49,55	29,96	29,58	13,16	10,17	5,78	10,47	1	M	2	31,02
C 38	51,33	28,79	30,12	12,48	10,19	5,97	10,03	1	M	3	31,97
C 39	46,17	28,29	28,32	12,16	10,89	5,72	11,47	1	M	2	28,38
C 40	46,83	27,34	28,72	12,13	9,03	5,26	10,54	1	M	3	34,67

LSE= Largo estándar; LHDE= Distancia entre la boca y aleta dorsal; LHAE= Distancia entre la boca y aleta anal; LHPE= Distancia entre la boca y aleta pectoral; ALCUE=Alto del cuerpo; ANCUE= Ancho del cuerpo; LAE= Largo de la aleta anal; OB= Orientación de la boca; SX= Sexo; EG= Estadio gonadal; LI= Largo del intestino.

Anexo 2. Mediciones morfométricas de Ispi en Tiquina

Nº	Fecha	Especie	Codigo	Peso	LS	LT	AC	LP	AP	ANP	LAP	LAC	PEC
1	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 01	2,74	60,41	73,18	7,59	15,45	6,77	3,45	9,41	11,57	2,63
2	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 02	2,33	59,06	70,73	7,36	16,23	6,18	3,44	9,03	11,78	2,19
3	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 03	2,1	58,97	70,33	6,42	15,66	5,93	2,83	9,54	11,7	2,87
4	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 04	2,02	56,7	67,06	6,95	14,49	5,92	2,79	9,08	10,5	2,84
5	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 05	2,09	55,02	67,84	6,49	14,47	6,28	2,61	8,69	11,24	2,96
6	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 06	2,21	55,72	67,78	7,08	14,74	5,93	2,78	9,1	11,67	5,04
7	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 07	1,94	57,4	67,26	6,58	15,73	5,74	2,46	9,79	11,38	3,41
8	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 08	2,27	52,54	63,22	7,09	13,4	5,81	2,74	9,37	10,7	3,92
9	14/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 09	1,61	52,53	62,29	5,94	13,8	5,24	2,18	8,47	10,53	1,96
10	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 10	1,77	52,81	63,6	6,55	13,16	4,96	2,64	8,48	10,48	3,43
11	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 11	2,07	55,19	65,75	6,21	13,91	6,07	3,31	9,26	11,41	3,34
12	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 12	2,15	52,35	63,18	7,31	14,42	5,68	2,84	8,82	10,8	3,22
13	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 13	2,16	57,39	67,52	7,53	15,31	6,26	2,98	7,9	11,29	2,9
14	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 14	1,71	51,83	62,48	6,39	13,16	5,47	3,01	8,13	10,29	3,17
15	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 15	1,92	54,59	64,68	6,84	14,8	5,67	2,62	7,88	10,83	3,2
16	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 16	1,67	50,1	60,71	6,24	12,9	5,59	2,84	9,02	10,45	3,7
17	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 17	1,57	52,07	62,5	6,46	14,43	5,37	2,85	7,38	9,51	2,86
18	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 18	1,84	53,9	63,46	6,35	13,92	5,6	2,74	7,94	9,32	3,15
19	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 19	1,6	49,41	59,83	6,17	12,75	5,12	2,72	7,83	10,23	2,41
20	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 20	1,33	47,2	58,27	5,57	12,6	5,17	2,84	7,93	10,07	3,22
21	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 21	1,75	49,56	59,97	6,83	13,46	5,59	3,13	8,65	10,67	3,82
22	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 22	1,59	46,64	59,04	6,11	13,55	5,43	3,38	7,29	9,34	2,97
23	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 23	1,57	47,91	58,25	6,66	12,64	5,29	2,25	8,86	10,51	2,77
24	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 24	1,67	51,45	62,76	6,27	13,35	5,07	2,63	7,69	10,5	2,78
25	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 25	1,76	50,88	61,63	7,1	13,15	5,87	2,41	8,99	10,87	3,62
26	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 26	1,83	51,55	60,53	7,26	14,65	5,29	3,14	7,64	9,78	2,35
27	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 27	1,58	50,87	61,65	6,13	13,95	5,56	2,99	8,75	10,07	2,96
28	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 28	1,49	48,91	60,38	6,17	13,14	5,67	3,25	8,4	10,81	4,57
29	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 29	1,33	48,41	58,49	5,83	12,29	5,46	2,58	9,2	10,05	4,69
30	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 30	1,39	46,07	56,29	6,36	12,42	5,23	2,97	7,33	8,56	2,95
31	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 31	1,26	46,83	56,41	6,28	11,78	5,17	1,96	8,33	9,86	3,55
32	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 32	1,38	48,65	56,94	5,82	13	5,01	2,27	8,34	9,7	3,36
33	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 33	1,83	50,2	61,37	6,63	12,95	5,18	2,82	8,18	10,8	2,69
34	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 34	1,45	47,7	57,07	6,07	11,4	5,46	2,35	8,32	10,7	2,89
35	15/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 35	1,73	48,46	58,48	7,06	13,52	5,7	2,78	7,89	10,12	3,27
36	16/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 36	1,45	47,58	58,44	5,93	11,71	5,06	2,62	8,2	10,52	3,12
37	16/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 37	1,33	45,9	55,6	5,68	11,63	5,23	2,31	7,56	9,68	3,4
38	16/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 38	1,38	47,21	57,96	5,88	11,8	4,79	2,57	7,86	9,96	2,1
39	16/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 39	1,5	48,95	59,74	5,77	12,95	5,5	2,9	8,19	9,74	3,48
40	16/03/2012	<i>O.ispi</i>	T 40	1,59	48,82	59,86	5,89	13,06	5,39	2,17	9,25	10,85	3,53

Mediciones morfométricas de Gatz (1979) LS= Largo estándar; LT= Largo total; AC= Ancho del cuerpo; LP= Largo del pedúnculo; AP=Alto del pedúnculo; ANP= Ancho del pedúnculo LAP= Largo de la aleta pectoral; LAC= Largo de la aleta caudal; PEC= Ancho de la aleta pectoral.

Codigo	ANC	EP	IAV	DO	DTO	LCB	ACB	ANCB	AB	LCE	ANOE	LHE	ALHE	LTE
T 01	6,82	4,51	11,32	4,14	3,81	13,36	9,16	6,73	4,34	12,87	6,14	2,5	5,41	69,71
T 02	6,67	4,22	12,55	4,18	4,05	14,16	8,87	6,54	3,86	13,15	6,06	2,37	5,61	67,37
T 03	6,73	3,75	10,72	4,12	4,08	14,52	8,97	6,77	3,62	13,06	6,09	2,49	5,79	68,59
T 04	6,31	3,79	11,75	3,96	3,77	13,85	8,52	6,34	3,18	12,57	6,14	2,27	5,44	64,57
T 05	6,86	4,1	10,83	4,35	4,15	13,59	8,47	6,5	3,37	13,41	5,83	2,55	5,67	65,39
T 06	6,92	3,8	11,1	4,19	3,96	15,04	8,57	7,2	3,66	13,6	6,23	2,19	5,49	65,15
T 07	6,36	4,19	11,39	3,59	3,81	13,86	8,03	6,19	3,71	12,51	6,38	2,26	5,69	64,65
T 08	6,32	4,16	11,84	4,52	4,22	14,49	8,25	7,43	3,81	13,02	5,88	2,09	5,25	62,07
T 09	5,78	4,15	10,21	3,59	4	12,77	7,45	6,31	3,31	12,03	5,63	2,22	4,98	59,76
T 10	5,34	3,82	10,19	4,1	3,92	12,86	8,18	6,1	3,58	11,62	5,41	2,25	4,97	61,97
T 11	5,18	4,67	10,74	4	4,51	14,51	9,46	6,69	3,51	13,18	6,3	2,28	5,34	62,54
T 12	5,74	3,75	11,1	3,84	3,59	13,45	8,06	6,23	3,45	12,23	6,11	2,25	5,08	61,27
T 13	6,7	3,45	11,53	3,95	4,45	14,71	8,23	6,47	3,35	12,97	6,29	2,05	5,68	67,13
T 14	4,82	3,78	9,11	4,08	3,93	13,07	8,14	6,14	3,56	11,56	5,35	2,44	5,37	60,07
T 15	5,71	3,14	11,88	3,69	3,83	13,05	8,34	6,01	3,35	11,85	5,76	2,36	5,08	62,35
T 16	5,92	3,4	11,08	4,07	3,8	13,12	8,42	6,35	3,14	12,32	5,32	2,11	4,96	58,95
T 17	6,23	3,15	9,42	3,98	3,95	12,92	8,29	6,18	3,21	11,72	5,41	2,42	5,19	60,22
T 18	6,21	3,47	10,87	4,11	4,09	13,29	8,71	6,23	3,94	12,42	6,07	2,2	5,44	60,46
T 19	5,34	3,64	10,89	4,31	4,13	12,8	7,54	5,89	3,5	11,51	5,49	1,82	4,88	58,25
T 20	5,85	3,98	10,08	4,03	4,05	12,55	8,17	5,72	3,2	11,38	5,52	1,97	5,08	56,79
T 21	5,96	3,6	11,3	4,15	4,13	12,78	8,88	6,41	3,18	11,63	5,31	1,81	5,48	58,27
T 22	6,65	3,84	11,63	4,12	4,01	12,58	9,03	5,63	3,22	10,79	4,97	1,85	5,11	56,07
T 23	5,71	3,1	11,43	4,07	3,96	12,44	7,86	5,55	3,23	10,95	4,92	1,98	4,74	55,16
T 24	5,83	3,46	10,36	3,96	3,67	13	8,25	5,99	3,05	10,88	5,23	2,06	5,3	59,91
T 25	5,76	3,93	11,79	4,19	4,02	13,35	9,17	6,66	3,03	11,96	5,55	2,1	5,14	58,53
T 26	5,46	3,31	10,67	4,01	3,98	13,14	7,17	5,86	3,54	11,87	5,7	2,14	5,27	57,36
T 27	6,7	3,01	11,41	3,86	3,83	12,44	8,09	5,89	3,22	11,52	5,34	1,83	5,37	58,63
T 28	5,82	2,79	10,97	4,05	3,96	12,31	8,04	5,83	3,51	11,18	5,19	2	4,83	57,15
T 29	7,08	3,58	10,54	4,44	4,28	12,21	8,34	6,03	3,54	11,35	4,41	1,87	5,21	56,08
T 30	5,68	3,19	11,41	3,94	3,87	11,98	8,2	5,57	3,24	10,97	5,03	1,73	4,65	52,57
T 31	4,85	3,58	10,92	3,65	3,55	11,97	8	5,52	3,46	10,89	4,73	2,04	4,81	54,9
T 32	6,33	3,54	10,73	4,08	3,99	12,61	8,02	5,81	3,32	11,14	4,62	1,91	4,66	54,71
T 33	5,49	3,32	12,56	4,09	3,92	13,05	8,3	6,14	3,3	12,16	4,93	2,01	5,12	59
T 34	6,23	3,28	11,51	4,07	3,81	12,73	7,58	5,92	3,25	11,57	5,09	1,92	4,95	54,87
T 35	5,51	3,16	11,92	4,02	3,88	13,06	8,05	6,23	3,37	12,03	5	2,14	5,78	56,48
T 36	4,98	3,61	10,69	3,62	3,92	12,27	7,83	5,87	3,24	11,03	5,04	2,16	5,08	56,79
T 37	3,62	3,54	10,63	3,69	3,61	12,41	6,92	5,44	3,08	11,43	5,34	2,22	4,83	54,03
T 38	5,41	3,31	11,05	4,23	3,8	12,13	6,83	5,92	3,22	11,24	4,31	1,88	4,96	55,55
T 39	5,79	3,63	11,65	4,06	4,02	12,74	7,03	6,02	3,09	11,53	5,12	1,89	4,92	58,06
T 40	6,25	3,32	10,59	4,32	4,3	12,5	7,81	6,06	3,23	11,31	4,73	1,97	4,81	56,63

ANC= Ancho de la aleta caudal; EP= posición del ojo; IAV=Alto del cuerpo; DO= Diámetro del ojo; DTO= Distancia entre ojos; LCB= Largo de la cabeza; ACB= Alto de la cabeza; ANCB= Ancho de la cabeza; AB= Apertura de la boca. **Mediciones morfométricas de Lauzanne (1982)** LCE= Largo de la cabeza; ANOE=Distancia orbital entre ojo y opérculo; LHE= Largo del hocico; ALHE= Alto del hocico; LTE= Largo

Codigo	LSE	LHDE	LHAE	LHPE	ALCUE	ANCUE	LAE	OB	SX	EG	LI
T 01	57,98	35,2	36,12	14,26	10,59	6,64	10,52	1	H	4	35,85
T 02	57,42	34,43	33,54	14,48	11,47	6,84	10,04	1	H	3	31,06
T 03	56,94	34,69	34,87	14,1	10,2	5,64	11,92	1	H	2	32,76
T 04	54,98	33,78	34,62	14,19	11,09	6,57	9,83	1	H	3	32,58
T 05	53,27	31,05	34,7	14,06	10,05	6,38	11,1	1	H	2	36,37
T 06	53,47	33,48	32,39	14,48	10,61	6,84	11,54	1	M	3	39,67
T 07	54,31	32,43	32,73	13,19	10,54	6,09	11,63	1	M	2	34,72
T 08	50,84	30,18	34,17	14,47	11,27	6,91	11,15	1	M	3	33,23
T 09	49,86	31,23	31,25	11,95	9,48	5,79	9,07	1	H	2	33,48
T 10	51,78	30,35	31,72	13,07	9,45	5,88	10,05	1	M	3	30,69
T 11	52,49	30,55	32,1	13,59	10,47	5,86	12,81	1	M	2	38,86
T 12	52	30,2	32,13	13,21	10,14	7,12	11,42	1	M	2	37,18
T 13	55,84	33,18	34,05	13,86	10,76	6,47	10,36	1	H	4	34,74
T 14	50,42	31,36	32,34	13,58	8,69	5,47	9,68	1	H	3	34,52
T 15	51,97	30,31	31,61	12,95	10,17	6,21	10,68	1	M	3	37,27
T 16	48,74	29,38	29,4	12,57	10,45	5,71	11,52	1	M	3	31,83
T 17	51,2	30,77	31,55	12,76	9,06	5,4	8,78	1	H	2	31,92
T 18	52,29	32,14	33,62	13,65	9,82	5,9	9,96	1	H	2	37,21
T 19	48,68	30,16	30,21	12,65	10,02	5,79	8,51	1	M	2	35,65
T 20	46,85	29,48	29,53	12,26	9,64	4,72	9,98	1	M	2	37,01
T 21	48,2	28,79	30,13	12,54	10,41	6,12	9,48	1	M	3	38,22
T 22	47,43	29,21	29,86	12,77	11,08	5,1	9,78	1	H	3	34,78
T 23	46,26	28,08	28,56	11,88	10,93	5,81	9,23	1	M	3	36,77
T 24	50,14	28,97	30,07	12,42	10,05	5,87	10,06	1	M	2	37,81
T 25	48,92	29,17	29,61	13,28	10,75	6,66	10,74	1	M	3	33,17
T 26	49,62	30,44	30,66	12,79	10,01	6,38	9,64	1	H	3	32,21
T 27	49,3	29,28	29,82	12,1	10,8	5,29	9,6	1	M	2	35,3
T 28	46,33	29,17	29,46	12,27	10,07	5,82	10,86	1	M	2	34,32
T 29	46,95	28,7	29,07	12,71	10,18	5,34	9,69	1	M	2	37,02
T 30	45,02	27,14	27,55	11,99	10,88	5,27	9,78	1	M	2	35,6
T 31	45,97	26,31	26,56	12,03	10,22	5,5	10,85	1	M	3	25,62
T 32	46,22	28,36	25,75	11,9	10,02	5,41	10,59	1	M	2	28,22
T 33	48,53	28,17	28,97	12,38	12,17	6,06	11,26	1	M	2	32,67
T 34	45,98	28,91	29,1	12,45	11,4	5,5	11,36	1	M	2	34,28
T 35	47,12	27,82	28,16	12,39	10,64	6,17	9,91	1	H	3	29,92
T 36	45,7	28,6	28,71	12,26	10,35	5,78	9,44	1	H	3	29,68
T 37	44,08	26,43	26,69	11,9	10,38	5,51	8,25	1	H	4	30,15
T 38	45,55	27,42	27,89	12	9,39	5,4	11,09	1	H	4	31,67
T 39	48,3	28,73	28,97	12,28	10	5,43	10,61	1	H	4	31,53
T 40	47,44	29,94	30,08	12,68	10,09	5,5	10,02	1	H	3	29,83

LSE= Largo estándar; LHDE= Distancia entre la boca y aleta dorsal; LHAE= Distancia entre la boca y aleta anal; LHPE= Distancia entre la boca y aleta pectoral; ALCUE=Alto del cuerpo; ANCUE= Ancho del cuerpo; LAE= Largo de la aleta anal; OB= Orientación de la boca; SX= Sexo; EG= Estadio gonadal; LI= Largo del intestino.

Anexo 3. Contenido estomacal de Ispi en Carabuco

A. Porcentaje B. Asignación de valor C. Conteo

Fecha	Código	Peso del estóm. en gramos	Estado del estómago	PORCENTAJE									
				ALG	DAP	CER	BOS	CAL	CIC	HAR	NAU	KER	LEP
07/02/2012	C 01	0,0327	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/02/2012	C 02	0,0231	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/02/2012	C 03	0,0338	2	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0
07/02/2012	C 04	0,0441	2	1	74	0	0	8	15	0	2	0	0
08/02/2012	C 05	0,0418	2	1	74	0	0	20	0	0	3	2	0
08/02/2012	C 06	0,0206	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/02/2012	C 07	0,0212	2	0	30	0	0	40	25	0	5	0	0
08/02/2012	C 08	0,0262	2	1	80	0	0	5	14	0	0	0	0
08/02/2012	C 09	0,0343	2	0	60	0	0	15	20	0	5	0	0
08/02/2012	C 10	0,0286	2	0	60	0	0	10	30	0	0	0	0
08/02/2012	C 11	0,0296	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/02/2012	C 12	0,0321	2	0	70	0	0	15	10	0	5	0	0
08/02/2012	C 13	0,0278	2	0	70	0	10	2	13	5	0	0	0
08/02/2012	C 14	0,0298	2	0	80	0	0	15	5	0	0	0	0
09/02/2012	C 15	0,0308	1	0	5	0	5	30	60	0	0	0	0
09/02/2012	C 16	0,0334	2	0	65	0	10	20	5	0	0	0	0
09/02/2012	C 17	0,0368	2	0	50	0	8	10	30	0	2	0	0
09/02/2012	C 18	0,0196	2	0	90	0	0	10	0	0	0	0	0
09/02/2012	C 19	0,0287	2	0	70	0	5	20	5	0	0	0	0
09/02/2012	C 20	0,0373	2	0	55	0	5	10	30	0	0	0	0
09/02/2012	C 21	0,0276	2	0	10	0	0	55	30	0	5	0	0
09/02/2012	C 22	0,0348	2	0	55	0	30	10	0	0	5	0	0
09/02/2012	C 23	0,023	2	0	60	5	0	5	30	0	0	0	0
09/02/2012	C 24	0,0206	2	0	60	0	0	30	10	0	0	0	0
09/02/2012	C 25	0,0287	2	0	50	5	2	20	18	0	5	0	0
09/02/2012	C 26	0,0298	2	1	40	9	0	20	25	0	5	0	0
09/02/2012	C 27	0,0313	2	0	50	15	25	8	2	0	0	0	0
09/02/2012	C 28	0,0201	2	0	45	0	6	15	30	0	4	0	0
09/02/2012	C 29	0,028	2	0	55	10	5	2	28	0	0	0	0
09/02/2012	C 30	0,0383	2	0	15	18	0	40	15	0	10	2	0
09/02/2012	C 31	0,0386	2	0	40	12	10	20	8	0	7	2	1
09/02/2012	C 32	0,0291	2	1	45	15	7	20	10	0	0	2	0
09/02/2012	C 33	0,0356	1	0	35	30	15	10	3	0	7	0	0
09/02/2012	C 34	0,0323	2	0	45	10	5	30	10	0	0	0	0
13/02/2012	C 35	0,0331	2	0	25	5	5	50	8	2	0	5	0
13/02/2012	C 36	0,0293	2	0	25	10	5	20	40	0	0	0	0
13/02/2012	C 37	0,0347	2	1	44	15	5	20	5	2	5	3	0
13/02/2012	C 38	0,0396	2	0	50	5	5	30	5	0	5	0	0
13/02/2012	C 39	0,0389	2	0	60	10	5	15	4	0	0	5	1
13/02/2012	C 40	0,0341	1	0	50	15	5	15	5	0	5	5	0

C= Carabuco; ALG= Algas; DAP= *Daphnia pulex*; CER= *Ceriodaphnia* sp.; BOS= *Bosmina* sp.; CAL= Calanoide; CIC= Ciclopoide; HAR= Harpacticoide; NAU= Nauplius; KER= *Keratella cuadrata*; LEP= *Lepadella* sp.

Fecha	Código	Peso del estóm. en gramos	Estado del estómago	ASIGNACIÓN DE VALOR									
				ALG	DAP	CER	BOS	CAL	CIC	HAR	NAU	KER	LEP
07/02/2012	C 01	0,0327	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/02/2012	C 02	0,0231	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/02/2012	C 03	0,0338	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
07/02/2012	C 04	0,0441	2	1	3	0	0	1	1	0	1	0	0
08/02/2012	C 05	0,0418	2	1	3	0	0	1	0	0	1	1	0
08/02/2012	C 06	0,0206	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/02/2012	C 07	0,0212	2	0	2	0	0	2	2	0	1	0	0
08/02/2012	C 08	0,0262	2	1	4	0	0	1	1	0	0	0	0
08/02/2012	C 09	0,0343	2	0	3	0	0	1	1	0	1	0	0
08/02/2012	C 10	0,0286	2	0	3	0	0	1	2	0	0	0	0
08/02/2012	C 11	0,0296	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/02/2012	C 12	0,0321	2	0	3	0	0	1	1	0	1	0	0
08/02/2012	C 13	0,0278	2	0	3	0	1	1	1	1	0	0	0
08/02/2012	C 14	0,0298	2	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0
09/02/2012	C 15	0,0308	1	0	1	0	1	2	3	0	0	0	0
09/02/2012	C 16	0,0334	2	0	3	0	1	1	1	0	0	0	0
09/02/2012	C 17	0,0368	2	0	2	0	1	1	2	0	1	0	0
09/02/2012	C 18	0,0196	2	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0
09/02/2012	C 19	0,0287	2	0	3	0	1	1	1	0	0	0	0
09/02/2012	C 20	0,0373	2	0	3	0	1	1	2	0	0	0	0
09/02/2012	C 21	0,0276	2	0	1	0	0	3	2	0	1	0	0
09/02/2012	C 22	0,0348	2	0	3	0	2	1	0	0	1	0	0
09/02/2012	C 23	0,023	2	0	3	1	0	1	2	0	0	0	0
09/02/2012	C 24	0,0206	2	0	3	0	0	2	1	0	0	0	0
09/02/2012	C 25	0,0287	2	0	3	1	1	1	1	0	1	0	0
09/02/2012	C 26	0,0298	2	1	2	1	0	1	1	0	1	0	0
09/02/2012	C 27	0,0313	2	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0
09/02/2012	C 28	0,0201	2	0	2	0	1	1	2	0	1	0	0
09/02/2012	C 29	0,028	2	0	3	1	1	1	2	0	0	0	0
09/02/2012	C 30	0,0383	2	0	1	1	0	2	1	0	1	1	0
09/02/2012	C 31	0,0386	2	0	2	1	1	1	1	0	1	1	1
09/02/2012	C 32	0,0291	2	1	2	1	1	1	1	0	0	1	0
09/02/2012	C 33	0,0356	1	0	2	2	1	1	1	0	1	0	0
09/02/2012	C 34	0,0323	2	0	2	1	1	2	1	0	0	0	0
13/02/2012	C 35	0,0331	2	0	1	1	1	2	1	1	0	1	0
13/02/2012	C 36	0,0293	2	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0
13/02/2012	C 37	0,0347	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0
13/02/2012	C 38	0,0396	2	0	2	1	1	2	1	0	1	0	0
13/02/2012	C 39	0,0389	2	0	3	1	1	1	1	0	0	1	1
13/02/2012	C 40	0,0341	1	0	2	1	1	1	1	0	1	1	0

C= Carabuco; ALG= Algas; DAP= *Daphnia pulex*; CER= *Ceriodaphnia* sp.; BOS= *Bosmina* sp.; CAL= Calanoide; CIC= Ciclopoide; HAR= Harpacticoide; NAU= Nauplius; KER= *Keratella quadrata*; LEP= *Lepadella* sp.

Fecha	Código	Peso del estóm. en gramos	Estado del estómago	CONTEO									
				ALG	DAP	CER	BOS	CAL	CIC	HAR	NAU	KER	LEP
07/02/2012	C 01	0,0327	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/02/2012	C 02	0,0231	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/02/2012	C 03	0,0338	2		0	0	0	0	0	0	1	1	0
07/02/2012	C 04	0,0441	2		180	0	0	10	25	0	3	0	0
08/02/2012	C 05	0,0418	2		146	0	0	20	0	0	5	3	0
08/02/2012	C 06	0,0206	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/02/2012	C 07	0,0212	2		52	0	0	60	46	0	5	0	0
08/02/2012	C 08	0,0262	2		160	0	0	10	23	0	0	0	0
08/02/2012	C 09	0,0343	2		130	0	0	12	23	0	5	0	0
08/02/2012	C 10	0,0286	2		60	0	0	8	20	0	0	0	0
08/02/2012	C 11	0,0296	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/02/2012	C 12	0,0321	2		76	0	0	12	8	0	3	0	0
08/02/2012	C 13	0,0278	2		130	0	15	2	17	5	0	0	0
08/02/2012	C 14	0,0298	2		238	0	0	16	9	0	0	0	0
09/02/2012	C 15	0,0308	1		8	0	10	40	210	0	0	0	0
09/02/2012	C 16	0,0334	2		180	0	13	35	6	0	0	0	0
09/02/2012	C 17	0,0368	2		95	0	16	30	62	0	8	0	0
09/02/2012	C 18	0,0196	2		170	0	0	17	0	0	0	0	0
09/02/2012	C 19	0,0287	2		121	0	15	30	17	0	0	0	0
09/02/2012	C 20	0,0373	2		140	0	14	25	45	0	0	0	0
09/02/2012	C 21	0,0276	2		32	0	0	202	177	0	15	0	0
09/02/2012	C 22	0,0348	2		47	0	10	8	0	0	3	0	0
09/02/2012	C 23	0,023	2		87	18	0	15	51	0	0	0	0
09/02/2012	C 24	0,0206	2		132	0	0	25	18	0	0	0	0
09/02/2012	C 25	0,0287	2		115	20	8	83	63	0	20	0	0
09/02/2012	C 26	0,0298	2		182	15	0	25	32	0	5	0	0
09/02/2012	C 27	0,0313	2		249	39	48	25	12	0	0	0	0
09/02/2012	C 28	0,0201	2		75	0	10	15	30	0	0	0	0
09/02/2012	C 29	0,028	2		109	18	7	5	43	0	0	0	0
09/02/2012	C 30	0,0383	2		135	35	0	245	127	0	13	3	0
09/02/2012	C 31	0,0386	2		393	35	19	71	12	0	6	3	1
09/02/2012	C 32	0,0291	2		126	28	10	36	15	0	0	5	0
09/02/2012	C 33	0,0356	1		192	105	32	18	6	0	12	0	0
09/02/2012	C 34	0,0323	2		216	32	15	90	26	0	0	0	0
13/02/2012	C 35	0,0331	2		43	15	10	75	20	5	0	9	0
13/02/2012	C 36	0,0293	2		90	55	22	63	120	0	0	0	0
13/02/2012	C 37	0,0347	2		195	24	16	62	16	5	16	9	0
13/02/2012	C 38	0,0396	2		210	32	30	90	32	0	25	0	0
13/02/2012	C 39	0,0389	2		180	30	20	40	11	0	0	15	1
13/02/2012	C 40	0,0341	1		206	32	25	35	5	0	20	20	0

C= Carabuco; ALG= Algas; DAP= *Daphnia pulex*; CER= *Ceriodaphnia* sp.; BOS= *Bosmina* sp.; CAL= Calanoide; CIC= Ciclopoide; HAR= Harpacticoide; NAU= Nauplius; KER= *Keratella cuadrata*; LEP= *Lepadella* sp.

Anexo 4. Contenido estomacal de Ispi en Tiquina

A. Porcentaje B. Asignación de valor C. Cuento

Fecha	Código	Peso del estóm. en gramos	Estado del estómago	PORCENTAJE									
				ALG	DAP	CER	BOS	CAL	CIC	HAR	NAU	KER	LEP
14/03/2012	T 01	0,0256	2	0	55	5	0	35	5	0	0	0	0
14/03/2012	T 02	0,0479	2	0	70	20	5	5	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 03	0,016	2	0	60	5	0	35	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 04	0,0323	2	0	75	5	0	20	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 05	0,0268	2	1	64	5	0	30	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 06	0,0325	2	0	60	5	1	24	10	0	0	0	0
14/03/2012	T 07	0,0259	2	0	60	10	0	30	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 08	0,0462	2	0	55	10	5	15	15	0	0	0	0
14/03/2012	T 09	0,0263	2	0	60	3	0	30	5	2	0	0	0
15/03/2012	T 10	0,0163	2	0	75	0	5	15	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 11	0,032	2	0	80	5	0	5	10	0	0	0	0
15/03/2012	T 12	0,0246	2	0	70	20	0	5	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 13	0,052	2	0	60	25	0	15	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 14	0,0251	2	0	50	30	0	20	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 15	0,0328	2	0	50	30	0	15	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 16	0,0431	2	0	65	5	0	20	9	0	0	0	1
15/03/2012	T 17	0,0226	2	0	60	10	0	20	10	0	0	0	0
15/03/2012	T 18	0,0281	2	0	55	5	0	25	15	0	0	0	0
15/03/2012	T 19	0,0254	2	0	60	5	5	20	10	0	0	0	0
15/03/2012	T 20	0,0237	2	0	50	5	5	30	5	0	5	0	0
15/03/2012	T 21	0,0236	2	0	60	15	0	10	15	0	0	0	0
15/03/2012	T 22	0,0216	2	0	70	5	2	15	8	0	0	0	0
15/03/2012	T 23	0,0218	2	0	50	18	2	25	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 24	0,0266	2	0	55	20	5	10	10	0	0	0	0
15/03/2012	T 25	0,0394	2	1	59	10	5	15	10	0	0	0	0
15/03/2012	T 26	0,0144	2	1	50	14	5	25	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 27	0,0216	2	0	60	2	0	28	10	0	0	0	0
15/03/2012	T 28	0,0218	2	0	70	5	2	18	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 29	0,0288	2	0	80	18	0	0	2	0	0	0	0
15/03/2012	T 30	0,0221	2	0	60	6	2	30	2	0	0	0	0
15/03/2012	T 31	0,0267	2	1	59	5	5	30	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 32	0,0294	2	1	60	5	0	29	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 33	0,0206	2	1	79	5	5	10	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 34	0,0262	2	0	60	10	0	30	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 35	0,0261	2	0	80	0	0	20	0	0	0	0	0
16/03/2012	T 36	0,029	2	1	69	5	0	20	5	0	0	0	0
16/03/2012	T 37	0,026	2	0	90	2	0	8	0	0	0	0	0
16/03/2012	T 38	0,0309	2	0	80	5	0	10	5	0	0	0	0
16/03/2012	T 39	0,0391	2	0	50	15	0	30	5	0	0	0	0
16/03/2012	T 40	0,0445	2	0	60	10	5	20	5	0	0	0	0

T= Tiquina; ALG= Algas; DAP= *Daphnia pulex*; CER= *Ceriodaphnia* sp.; BOS= *Bosmina* sp.; CAL= Calanoide; CIC= Ciclopoide; HAR= Harpacticoide; NAU= Nauplius; KER= *Keratella quadrata*; LEP= *Lepadella* sp.

Fecha	Código	Peso del estóm. en gramos	Estado del estómago	ASIGNACIÓN DE VALOR									
				ALG	DAP	CER	BOS	CAL	CIC	HAR	NAU	KER	LEP
14/03/2012	T 01	0,0256	2	0	3	1	0	2	1	0	0	0	0
14/03/2012	T 02	0,0479	2	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 03	0,016	2	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 04	0,0323	2	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 05	0,0268	2	1	3	1	0	2	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 06	0,0325	2	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0
14/03/2012	T 07	0,0259	2	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 08	0,0462	2	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0
14/03/2012	T 09	0,0263	2	0	3	1	0	2	1	1	0	0	0
15/03/2012	T 10	0,0163	2	0	3	0	1	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 11	0,032	2	0	4	1	0	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 12	0,0246	2	0	3	1	0	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 13	0,052	2	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 14	0,0251	2	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 15	0,0328	2	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 16	0,0431	2	0	3	1	0	1	1	0	0	0	1
15/03/2012	T 17	0,0226	2	0	3	1	0	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 18	0,0281	2	0	3	1	0	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 19	0,0254	2	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 20	0,0237	2	0	2	1	1	2	1	0	1	0	0
15/03/2012	T 21	0,0236	2	0	3	1	0	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 22	0,0216	2	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 23	0,0218	2	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 24	0,0266	2	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 25	0,0394	2	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 26	0,0144	2	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 27	0,0216	2	0	3	1	0	2	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 28	0,0218	2	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 29	0,0288	2	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 30	0,0221	2	0	3	1	1	2	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 31	0,0267	2	1	3	1	1	2	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 32	0,0294	2	1	3	1	0	2	1	0	0	0	0
15/03/2012	T 33	0,0206	2	1	4	1	1	1	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 34	0,0262	2	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 35	0,0261	2	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0
16/03/2012	T 36	0,029	2	1	3	1	0	1	1	0	0	0	0
16/03/2012	T 37	0,026	2	0	4	1	0	1	0	0	0	0	0
16/03/2012	T 38	0,0309	2	0	4	1	0	1	1	0	0	0	0
16/03/2012	T 39	0,0391	2	0	2	1	0	2	1	0	0	0	0
16/03/2012	T 40	0,0445	2	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0

T= Tiquina; ALG= Algas; DAP= *Daphnia pulex*; CER= *Ceriodaphnia* sp.; BOS= *Bosmina* sp.; CAL= Calanoide; CIC= Ciclopoide; HAR= Harpacticoide; NAU= Nauplius; KER= *Keratella quadrata*; LEP= *Lepadella* sp.

Fecha	Código	Peso del estóm. en gramos	Estado del estómago	CONTEO									
				ALG	DAP	CER	BOS	CAL	CIC	HAR	NAU	KER	LEP
14/03/2012	T 01	0,0256	2		61	5	0	8	5	0	0	0	0
14/03/2012	T 02	0,0479	2		126	15	4	5	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 03	0,016	2		68	2	0	27	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 04	0,0323	2		80	5	0	34	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 05	0,0268	2		127	4	0	31	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 06	0,0325	2		104	8	1	55	16	0	0	0	0
14/03/2012	T 07	0,0259	2		74	6	0	37	0	0	0	0	0
14/03/2012	T 08	0,0462	2		80	7	4	14	15	0	0	0	0
14/03/2012	T 09	0,0263	2		78	4	0	17	8	1	0	0	0
15/03/2012	T 10	0,0163	2		140	0	6	10	7	0	0	0	0
15/03/2012	T 11	0,032	2		130	6	0	5	10	0	0	0	0
15/03/2012	T 12	0,0246	2		52	15	0	9	8	0	0	0	0
15/03/2012	T 13	0,052	2		80	19	0	16	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 14	0,0251	2		66	21	0	18	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 15	0,0328	2		104	45	0	28	9	0	0	0	0
15/03/2012	T 16	0,0431	2		91	5	0	21	15	0	0	0	1
15/03/2012	T 17	0,0226	2		87	15	0	25	16	0	0	0	0
15/03/2012	T 18	0,0281	2		67	6	0	15	11	0	0	0	0
15/03/2012	T 19	0,0254	2		149	18	13	38	27	0	0	0	0
15/03/2012	T 20	0,0237	2		86	6	5	31	7	0	3	0	0
15/03/2012	T 21	0,0236	2		91	26	0	17	22	0	0	0	0
15/03/2012	T 22	0,0216	2		141	11	3	25	17	0	0	0	0
15/03/2012	T 23	0,0218	2		93	11	1	43	7	0	0	0	0
15/03/2012	T 24	0,0266	2		103	28	11	21	15	0	0	0	0
15/03/2012	T 25	0,0394	2		105	10	6	16	10	0	0	0	0
15/03/2012	T 26	0,0144	2		90	20	3	25	6	0	0	0	0
15/03/2012	T 27	0,0216	2		80	3	0	36	18	0	0	0	0
15/03/2012	T 28	0,0218	2		104	6	2	11	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 29	0,0288	2		106	13	0	0	5	0	0	0	0
15/03/2012	T 30	0,0221	2		93	9	2	13	2	0	0	0	0
15/03/2012	T 31	0,0267	2		92	5	4	20	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 32	0,0294	2		112	5	0	24	6	0	0	0	0
15/03/2012	T 33	0,0206	2		104	4	3	15	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 34	0,0262	2		92	2	0	14	0	0	0	0	0
15/03/2012	T 35	0,0261	2		77	0	0	7	0	0	0	0	0
16/03/2012	T 36	0,029	2		92	2	0	8	3	0	0	0	0
16/03/2012	T 37	0,026	2		124	3	0	13	0	0	0	0	0
16/03/2012	T 38	0,0309	2		102	2	0	13	2	0	0	0	0
16/03/2012	T 39	0,0391	2		62	8	0	18	5	0	0	0	0
16/03/2012	T 40	0,0445	2		120	5	3	10	3	0	0	0	0

T= Tiquina; ALG= Algas; DAP= *Daphnia pulex*; CER= *Ceriodaphnia* sp.; BOS= *Bosmina* sp.; CAL= Calanoide; CIC= Ciclopoide; HAR= Harpacticoide; NAU= Nauplius; KER= *Keratella quadrata*; LEP= *Lepadella* sp.

Anexo 5. Organismos presa de 9 individuos en Leblond 1983 comparados
con 9 individuos del presente estudio

Organismos presa	Número de presas Leblond 1983	Nuestros de datos para 9 individuos
<i>Daphnia pulex</i>	2,517	1047,96
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	407	110,16
<i>Bosmina</i> sp.	20	52,32
Calanoides	485	281,76
Ciclopoides	311	192,48
Harpacticoides	0	1,92
Nauplius	12	20,16
<i>Keratella cuadrata</i>	30	8,16
<i>Lepadella</i> sp.	0	0,36

Fuente: Elaboración propia.