



UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO  
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS  
FACULTAD DE CIENCIAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL

FACTORES AMBIENTALES QUE INCIDEN SOBRE LOS  
CARACTERES MORFOMÉTRICOS DE PECES  
DULCEACUÍCOLAS DE VALPARAÍSO, CHILE.

SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL

**Mariana Belén López Pascual**

Profesor Guía: Dr. Sergio Zunino Tapia

Valparaíso, Chile

2005

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer muy sinceramente a mi profesor guía Dr. Sergio Zunino por su invaluable colaboración, corrección y crítica al presente trabajo. A Pacsi Velásquez por su asesoramiento en los análisis estadísticos. A los profesores Sergio Quiroz y Hernán Gaete por sus valiosas observaciones al manuscrito que contribuyeron a mejorar la información y en forma general a todos las personas que de una u otra manera participaron con el desarrollo de esta Tesis. Sobre todo agradezco en forma especial a mis Padres por su apoyo durante el transcurso de mi carrera.

## ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1. Cuerpo de Agua Dulce	7
3.1.1. Tipo de Aguas Continentales	8
3.2. Peces de Agua Continentales de Chile	11
3.2.1. Valor Ambiental de la Fauna Íctica de Sistemas Fluviales	14
3.2.2. Antecedentes sobre las Especies de peces Dulceacuícolas	15
3.3. Especies Dulceacuícolas Seleccionadas	17
3.3.1. <i>Basilichthys microlepidotus</i>	17
3.3.1.1. Requerimientos Físico-Biológico de la especie <i>B. microlepidotus</i>	18
3.3.2. <i>Gambusia affinis</i>	21
3.4. Caracteres Morfométricos	22
3.4.1. Relación Talla-Peso	22
3.4.2. Factor de Condición K	24
3.4.3. Antecedentes sobre el Factor de Condición	27
3.5. Factores Ambientales	28
3.5.1. Causas de Orden Físico	29
3.5.1.1. Alteraciones debidas a los Sólidos Disueltos	29
3.5.2. Causas de Orden Químico	30
3.5.2.1. Alteraciones debidas al Carácter Ácido o Básico	31
3.5.2.2. Alteraciones debidas a la Insuficiencia en Contenido de Oxígeno en el Agua	31
3.5.3. Valor Diagnóstico del Conocimiento de los Componentes del Agua	32
3.5.3.1. Sólidos Disueltos	32
3.5.3.2. Conductividad Eléctrica	33

3.5.3.3. pH	33
3.5.3.4. Oxígeno	34
3.5.4. Antecedentes Sobre los Parámetros Ambientales	34
3.6. Normas Ambientales para la Protección de las Aguas Superficiales	36
3.6.1. Norma Chilena Oficial N° 1.333	36
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	38
5. HIPÓTESIS	40
6. OBJETIVOS	40
7. METODOLOGÍA	42
7.1. Área de Estudio	42
7.2. Análisis	53
7.2.1. Obtención y Preservación de Muestras	53
7.2.2. Análisis Experimental	55
8. RESULTADOS	59
8.1. Descripción General de los Cuerpos de Agua	59
8.2. Ejemplares y Parámetros Físico-Químicos Muestreados	68
8.3. Morfometría	80
8.4. Similitud entre las Estaciones de Muestreo	85
8.5. Relación Talla-Peso	92
8.5.1. Relación Talla-Peso para la especie <i>B. microlepidotus</i>	92
8.5.2. Relación Talla-Peso para la especie <i>G. affinis</i>	94
8.6. Tipo de Crecimiento	96
8.7. Calculo del Factor de Condición	99
8.8. Relación entre los Factores Físico-Químicos y la Morfometría de los Peces	102
9. DISCUSIONES	107
10. CONCLUSIONES	116
11. BIBLIOGRAFÍA	119
12. APÉNDICE	126

## 1. RESUMEN

Se estudió la fauna íctica dulceacuícola tanto nativa como introducida que habitan en los sistemas *lóticos*; que son aquellos de aguas fluviales corrientes, ríos , esteros; los que escurren por cauces naturales o artificiales, especialmente de las zonas de Valparaíso (V Región) y, la correlación de los factores ambientales físico-químicos con los caracteres morfométricos de las especies de peces seleccionadas.

Se trabajó con las especies **Basilichthys microlepidotus** Jenyns, 1842 y **Gambusia affinis** Girard, 1859, especie nativa e introducida respectivamente, en siete cuerpos de agua dulce de la V Región, que corresponden de Norte a Sur a; Estero Guaquén, Río Petorca, Río La Ligua, Estero Limache, Estero Viña del Mar, Estero El Sauce y Estero Casablanca (Tunquén).

Se determinaron dos variables morfométricas de los peces; longitud y peso total y, se calcularon los factores de condición “K” de ambas especies, para determinar el grado de robustez y la conveniencia de ciertos lugares, según a los parámetros físico-químicos del medio; conductividad, pH, oxígeno disuelto y sólidos disueltos. Además se calculo el grado de incidencia que estos parámetros representan sobre las variables morfométricas de los peces, de mayor a menor importancia.

De esta manera se encontró distintos valores K entre las dos especies para los mismos cuerpos de agua. Los valores más alto del factor de condición para la especie **B. microlepidotus** esta representado por el río Petorca (K = 8.9463) y estero Casablanca (K = 5.0564), aguas con una mineralización que varía de débil (0.2–0.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a excesiva ( $>8 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) con valores de conductividad que fluctúa entre los 0.4–14.7 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), una concentración de oxígeno que fluctúa entre los 5.35–9.84 (mg/L) y un pH que varía dentro del rango 6.03–7.64. Para la especie **G. affinis** esta representado por los esteros Guaquén (K = 8.5228) y Casablanca (K = 7.7314) y río La Ligua, estación E1 (K = 7.0629), un pH que fluctúa entre los 6.3–7.64 y una concentración de oxígeno que varía dentro del rango 6.0–7.2

(mg/L). Además, como resultado de la correlación entre los parámetros físico-químicos y las variables corporales de los peces (caracteres morfométricos), se determinó que las incidencias fueron significativamente distintas entre los caracteres morfométricos de cada especie. Los parámetros físico-químicos que presentaron incidencia significativa, de mayor a menor importancia sobre los caracteres morfométricos de **B. microlepidotus** fueron conductividad eléctrica ( $p = 0.00\dots$ ), oxígeno disuelto ( $p = 0.00\dots$ ) y pH ( $p = 0.007$ ). Para los caracteres morfométricos de **G. affinis** los parámetros físico-químicos que presentaron incidencia significativa, de mayor a menor importancia fueron; pH ( $p = 0.0001$ ) y oxígeno ( $p = 0.0003$ ). En cuanto a los resultados de correlación entre los sólidos disueltos y los caracteres morfométricos de los peces en los cuerpos de agua Petorca, Limache y Viña del Mar, se encontró que los sólidos disueltos presentan incidencia significativa sobre las medidas corporales de los peces **B. microlepidotus** ( $p = 0.005$ ), sin embargo, este mismo factor no presentan ningún grado de incidencia significativa ( $p > 0.05$ ) sobre las medidas corporales de los peces **G. affinis**.

## 2. INTRODUCCIÓN

Sudamérica posee la ictiofauna dulceacuícola más ricas, diversas y representativas del mundo (Ruiz, 1993). Se calcula que la fauna de peces de agua dulce de América del Sur y Central llega a un total de 8.000 especies, representando cerca del 25% de toda la diversidad de peces mundial, tanto marina como de agua dulce (Vari & Malabarba, 1998). Seguida de África, Europa central y Norteamérica (Granado, 1996). En cuanto a la ictiofauna de las aguas continentales de Chile, existen las listas de especies y géneros de Eigenmann (1927), Campos (1973), Arratia *et al.* (1981) y Pequeño (1995). Según Arratia *et al.* (1981), indica que el número de los grupos representativos es reducido, alcanzando a las 36 especies nativas, un número bajo si se lo compara con *sistemas límnicos* (aguas limnéticas) de latitudes similares, es decir de peces que habitan en ríos, lagos y humedales.

Actualmente la riqueza de los peces dulceacuícolas de Chile se encuentran descritas por la base de dato Fishbase creada por Froese & Pauli (2003), disponible también en [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), la que presenta una clasificación mundial de la ictiofauna dulceacuícola, considerada como la más completa, ya que es actualizada en varias oportunidades en el año, además de poner una gran cantidad de antecedentes biológicos.

En el caso de Chile, esta base de dato reconoce la existencia de 21 familias; 32 géneros y 68 especies dulceacuícolas, siendo el género **Trichomycterus** el más diverso y de mayor distribución geográfica (Arratia *et al.*, 1981; Campos *et al.*, 1998; Glade, 1993). De estas 68 especies, 23 son endémicas, 23 nativas y 22 introducidas, lo que indica que, si bien, esta cifra ha aumentado en los últimos 20 años en 10 especies, al comparar con Arratia *et al.* (1981), la riqueza de Chile sigue siendo reducida. Quedando demostrada al compararla, por ejemplo, con la riqueza existente en el Río Níger, el cual presenta en toda su extensión 134 especies, prácticamente el doble de la riqueza de todo Chile.

La baja riqueza de la fauna íctica nacional es de origen polifactorial, por una parte se debe a fenómenos de endemismo, no sólo a nivel específico sino también a nivel genérico y familiar (Campos *et al.*, 1993); a la introducción de especies de destacada agresividad (Campos, 1970); a las profundas variaciones de los caudales, sobre todo en la zona central de Chile, así como por ser ríos cortos y de fuertes pendientes que no permiten la formación o diversidad de ambientes (Campos, 1973); al aislamiento biogeográfico (Vila *et al.*, 1999), debido a la presencia del desierto de Atacama en el norte, la cordillera de los Andes en este y el océano Pacífico al oeste, como límites naturales del país, han aislado el territorio nacional. Y además, al grado creciente de modificación antrópicas sobre todos los cuerpos de agua. Por esas razones Glade (1993) y Pequeño (1995), resaltan la gran preocupación que existe por el estado de conservación de los peces de aguas continentales. Por su parte Ruiz (1996), señala que frente a la creciente contaminación que están sufriendo todos los cuerpos de agua del país, y a las modificaciones ambientales que los mismo están soportando, se hace un deber incrementar los esfuerzos en conocer la diversidad íctica nacional y las condiciones del hábitat.

Los aspectos más importantes y básicos de los hábitats de la fauna íctica son la presencia de: oxígeno disuelto, sales en solución, luz, temperatura y la presencia de sustancias tóxicas que determinan tanto su supervivencia o exterminio, como los límites de su distribución (Lagler, 1984).

En un sistema acuático poluído se producen transformaciones del medio que lo tornan inapropiado para el desarrollo normal de las poblaciones acuáticas alterando la composición faunística y florística del medio (Bistoni *et al.*, 1999).

La polución se caracteriza por ser un proceso altamente selectivo. El efecto específico consiste en eliminar las especies sensibles al agente contaminante y permitir la supervivencia de las más resistentes. El resultado final es una simplificación de las comunidades, generando menor riqueza y un aumento del

número de individuos en las poblaciones que han tenido más capacidad de “adaptarse o sobrevivir” a las nuevas condiciones.

La proporción de individuos con enfermedades (tumores, aletas dañadas, parasitosis, enrojecimiento, etc.) aumenta en aguas degradadas mientras que en áreas prístinas se espera una pequeña incidencia de anomalías (Bistoni *et al.*, 1999).

Por lo tanto, las variaciones que puedan sufrir los cuerpos de agua, son debidas a diversos problemas ambientales, tales como la explotación de arcillas, urbanización en suelos no aptos y la persistente contaminación de desechos de todo tipo, desde el drenaje de casa e industria, hasta basura y diversas sustancias químicas, todo éstos son factores que contribuyen a la polución del agua, reflejándose en la calidad de ésta. El establecimiento de calidad del agua, apunta a la utilización de los parámetros ambientales, basados en datos físicos, químicos o biológicos de los cuerpos o curso de agua.

Las investigaciones que relacionan el comportamiento de los peces con las diferentes variables físico-químicas han sido realizadas principalmente en laboratorio (Reyes, 1975; Saliban, 1977; Bistoni *et al.*, 1999). Estudios de este tipo son difíciles de llevar a cabo a campo por la compleja interacción entre los factores. Sin embargo en Bistoni *et al.* (1999) se señala la existencia de una correlación entre las características químicas del agua, los tipos de hábitats y la distribución de las comunidades ícticas.

A nivel nacional, se ha estudiado con detalle la presencia, abundancia y distribución de los peces en diversos ríos del país (Vila *et al.*, 1999; Dyer, 2000; Habit *et al.*, 2003). Sin embargo, investigaciones acerca de los efectos de factores físicos-químicos con las variables morfométricas de los peces son escasas. Podemos nombrar los trabajos hechos por Pinto & Vila (1987) y Habit *et al.* (2003). Todos los estudios realizados sobre las medidas corporales de la fauna íctica se basan en la idea de estimar las modificaciones temporales del buen estado de los

peces bajo las influencias de factores externos (ambiente) e internos (fisiológicos). Estudios que expresan la condición o el grado de robustez de los integrantes de una población íctica, empleando el factor de condición o índice de condición, por considerarlo de vital importancia dentro de la biología de los peces (Amigo, 1974; Comte & Vila, 1987; Habit *et al.*, 2003).

La V Región desde el punto de vista hidrológico, presenta 21 cuerpos de agua epicontinentales exorreicos (ecosistemas lóticos), pues logran desembocar en el océano; cuatro de ellas correspondientes a los ríos de mayor envergadura: Petorca, Ligua, Aconcagua y Maipo. Las restantes a pesar de comprometer áreas menores, sus impactos locales son de importancia, como sucede con los esteros de Limache, Viña del Mar, Casablanca, Rosario, Yali, entre otros.

En estos cuerpos de agua dulce de la V Región, algunos esfuerzos se han realizados con respecto a estudios de fauna íctica (Baeza, 1998; Quiroz, 1999; Aliaga & Da Venezia, 2003), pero en cuanto a investigaciones acerca de las relaciones morfométricas con las variables ambientales del sistema acuático casi no existen, y sólo se han realizados estudios sobre las relaciones morfológicas de la fauna íctica en ecosistemas *lénticos*, los que son de aguas inmóviles como lagos, embalse, etc. (Amigo, 1974; Silva, 1975) y, con respecto a la contaminación urbana e industrial del medio acuático (Reyes, 1975).

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo, busca contribuir antecedentes de la fauna íctica de los ecosistemas lóticos de la V Región, estableciendo relaciones entre los parámetros morfométricos y factores ambientales físico-químicos, tanto de fauna íctica nativa como introducida.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Cuerpo de Agua Dulce

Se denomina aguas dulces, *continentales* o *limnéticas*, aquellas aguas que se localizan en los continentes y que han perdido su salinidad mediante evaporación, las cuales tienen una salinidad inferior a 0.5 %. Un porcentaje mayor de salinidad al mencionado correspondería a aguas denominadas salobres y/o marinas (Baeza, 1998). Por esta cualidad se les llama aguas dulces, además de ser potables y tener un sabor dulce para el ser humano quien las distingue de las aguas oceánicas a las que denomina por la misma razón, aguas saladas por tener un porcentaje mayor de salinidad al mencionado.

El agua dulce proviene de dos fuentes; el *agua superficial* que se origina en la precipitación que no se infiltra en el suelo y el *agua subterránea* que se infiltra.

El agua superficial es captada y llevada a través de las cuencas hidrológicas hacia los cuerpos de agua superficial. El agua subterránea o freática, ocupa todos los poros del subsuelo, dando lugar a una zona de saturación. Bajo esta zona hay un estrato rocoso impermeable. El transporte de agua en el subsuelo se realiza a través de napas o acuíferos, que son conductos saturados de agua a través de los cuales ésta escurre lentamente por gravedad. Los acuíferos se recargan naturalmente por precipitación infiltrada en el suelo.

Las aguas dulces de la superficie de la Tierra (los ecosistemas epicontinentales) son separadas en dos grandes grupos medios: ecosistemas *lénticos*, que son aquellos de aguas inmóviles y ecosistemas *lóticos*, los de aguas corrientes. Los hábitats lénticos incluyen a los de los estanques y lagos naturales, junto con los numerosos embalses construidos por el hombre desde tiempo inmemorial y, a los medios lóticos se les deben agregar las condiciones especiales encontradas en los manantiales, que pueden ser tributarios de los lagos o las corrientes y, los esteros (Lagler, 1984).

La V Región posee 21 cuerpos de agua epicontinentales exorreico, cuatro son ríos y 17 esteros, los que se distribuyen de Norte a Sur en el siguiente orden: E. Los Molles, E. Marrano, E. Guaquén, R. Petorca, R. La Ligua, E. Catapilco, E. Quintero, R. Aconcagua, E. Reñaca, E. Viña del Mar, E. El Sauce, E. Casablanca, E. El Membrillo, E. San Jerónimo, E. Del Rosario, E. De La Cigüeña, E. De Cartagena, desembocadura del R. Maipo, E. El Tricao y E. Yali.

### **3.1.1. Tipos de Aguas Continentales**

El agua de los continentes está constituida por: lagos, ríos, glaciares y aguas subterráneas. A continuación se describirá sólo a los cuerpos de aguas continentales superficiales, los sistemas *límnicos*, especialmente los fluviales, por ser los descritos en este estudio.

#### **a) Ríos**

Son corrientes que fluyen en los continentes, de las partes altas hacia las bajas y que finalmente vierte a un lago, a otro río, al mar o a una depresión. Se caracterizan por la variabilidad alta del caudal y sus variables dependientes tales como la velocidad, el tamaño y la cantidad de sedimentos conjuntamente con la temperatura y la conductividad (Vila *et al.*, 1999). Además, el escurrimiento superficial, la pendiente y la morfología son los atributos que junto con el clima tipifican las cuencas hidrográficas de Chile (Niemeyer y Cereceda, 1984).

La mayoría de los ríos se originan en la zona altoandina y ellos se caracterizan por ser cortos con pendiente alta, torrenciales y con flujo variable. En general, uno de los rasgos más sobresalientes de estos ríos es la gran variabilidad anual de sus gastos, sus caudales se incrementan a medida que aumenta la humedad de norte a sur (González *et al.*, 1996).

Los ríos en general son menos profundos que los lagos. Tienen flujos de agua que se mueven predominantemente en una dirección, sus materiales del fondo tienen

menos estabilidad y hay más erosión. Su temperatura puede fluctuar rápidamente, pero se va haciendo más uniforme desde la superficie hacia el fondo. Tienden a saturarse de oxígeno desde la superficie hacia el fondo. La turbidez inorgánica es mayor en las corrientes y la penetración luminosa, a menudo mínima. El placton escasea pero el perifiton es la base esencial de la productividad. Las variaciones en la disponibilidad de nutrientes, de acuerdo al sustrato, son mayores en las corrientes que en los lagos, debido ostensiblemente a la imposibilidad de acumular reservas orgánicas en el fondo. A causa de la fuerza del flujo hay en las corrientes un arrastre interminable de nutrientes (Lagler, 1984).

En Chile, los ríos andinos (cuencas originadas en la Cordillera de Los Andes), y particularmente los ríos de origen costero (cuencas de la Cordillera de La Costa), presentan un perfil longitudinal marcadamente cóncavo (Campos *et al.*, 1993), lo que genera la existencia de diferentes hábitats en cortas distancias, hábitats ritrales (partes altas); que se caracterizan por poseer aguas rápidas o turbulentas y potamales (partes bajas), con aguas tranquilas o pozas (Habit *et al.*, 2003).

Los ríos de la V región, en general, presentan una moderada longitud, lo que es característico de los cursos fluviales chilenos, con caudales poco abundantes. La mayoría de los ríos en la región presentan un régimen mixto de aporte fluvial y nival, lo que permite dos crecidas anuales (González *et al.*, 1996).

Los cursos principales que se identifican por su importancia en el sistema hidrográfico regional, son los ríos Petorca, La Ligua, Aconcagua y la desembocadura del río Maipo, en el extremo meridional de la región de Valparaíso.

Existen además hoyas hidrográficas menores que nacen en la Cordillera de la Costa y que son de alimentación pluvial, algunos aportes de afloramiento de aguas subterráneas y que corresponden a los esteros.

## **b) Esteros**

Los estuarios o estero suelen definirse en función de las características físicas y químicas. Un estero es típicamente un cuerpo de agua donde el agua dulce (o sea en la que la sal no puede ser detectada por el sentido del gusto) procedente de las corrientes se mezcla con el agua salada de un océano (la cual es una solución salina sofocante con su promedio de 35 partes de sales por cada mil de agua) (Lagler, 1984). También se define como una gran masa de agua semicerrada que tiene una conexión libre con el mar abierto, y que en el interior, el agua del mar está diluida a niveles con agua dulce procedente del drenaje continental (Granado, 1996). Estas definiciones resumen de manera clara y sencilla un tipo de hábitat de gran importancia para los peces. Desde el momento en que es realmente una zona de transición entre dos medios, se le denomina, con toda propiedad, ecotono. La mayoría de los esteros están formados por desembocaduras sumergidas de ríos, y varían en tamaño, desde el pequeño que recibe sólo una corriente de agua hasta el muy grande. Los esteros se caracterizan por la extrema fluctuación en la salinidad, la turbulencia producida por las mareas y las corrientes de los ríos y la turbidez. Los esteros circundados por ciudades o industrias pueden tener también grados extremos de contaminación. Las orillas de los esteros están formadas a menudo de arena, aluvión y lodo y, se caracterizan por presentar en una época del año escasa o ninguna comunicación con el mar, producto de la formación de una barrera de arena lo que produce presencia o ausencia de peces en ella.

Los esteros que se encuentran en la desembocadura de los ríos exhiben, como una característica de ellos, la formación de capas, con un lente dulce sobrepuesto al agua salada que se introduce por debajo. Las dos capas pueden tener diferentes faunas ictiológicas. Los esteros constituyen rutas de migración de los peces diádromos (o sea peces que regularmente viven parte de su vida en agua dulce y parte en los océanos) y son también lugares de estancia de las poblaciones de muchas especies costeras, tanto marina como de agua dulce. También pueden ser lugares apropiados para la reproducción y la alimentación de

otras. Los peces residentes o visitantes muestran sorprendentes tolerancias para los cambios de salinidad y otros rigores del medio ambiente de la vida estuarina (Lagler, 1984).

Un carácter dinámico clave de estos cuerpos de agua consiste en el grado de flujo o renovación del agua. A pesar del flujo y otros factores limitantes hay en los esteros una muy elevada productividad biológica.

### **3.2. Peces de Aguas Continentales de Chile**

La fauna íctica de las aguas continentales de Chile está representada actualmente por 46 especies nativas (Glade, 1993), un número bajo si se lo compara con sistemas límnicos de latitudes similares. Esta fauna, sin embargo es considerada de gran importancia biogeográfica y ecológica si se considera su grado de endemismo, origen y distribución panaustral (Vila *et al.*, 1999). Esta fauna no obstante, se ha visto incrementada con la introducción de más de 20 especies exóticas en los últimos 100 años (Vila *et al.*, 1999), la mayoría de las cuales son depredadoras y con conducta agresiva.

A nivel nacional, la fauna chilena se caracteriza por:

- i) El alto grado de endemismo que presentan algunos de sus representantes en especial los pertenecientes a la familia Siluridae (Pequeño, 1995).
- ii) La gran antigüedad de algunos géneros, como el caso *Diplomystes*, “Tollo de agua dulce” (Eigenmann, 1927).
- iii) Presentar una distribución restringida a algunas hoyas hidrogeográficas, de la planicie altiplánica (Lago Chungará) y de la planicie en la cordillera de los Andes como es el caso de la zona del Alto Bío Bío.
- iv) Mostrar una tendencia de los individuos a presentar tallas pequeñas y poblacionales con bajo número de individuos.
- v) Tener una distribución restringida, hasta los 2000 metros de altitud (Vila *et al.*, 1999).

Estas características permiten identificar o señalar que la fauna íctica dulceacuícola chilena se distingue notablemente del resto de Sudamérica y presenta escasas o nulas relaciones con las centroamericanas y neárticas (Ruiz, 1993). Esto permite además destacar los posibles efectos negativos que tendrían algunas especies introducidas en nuestras aguas.

Muchos peces exóticos que habitan las aguas continentales de Chile, han sido introducidos desde fines del siglo XIX con el fin de enriquecer nuestras aguas, proporcionar una atracción turística, incrementar la pesca deportiva, entre otras razones, siendo la familia Salmonídea una de las más importante por su aspecto económico y recreativo (De Buen, 1959; Campos, 1970; Arratia *et al.*, 1981), y de cuyo efecto sobre la fauna nativa en general (vertebrados e invertebrados) se tiene escaso conocimiento, ya que no se han llevado a cabo estudios sistemáticos de evaluación de impacto (Vila *et al.*, 1999).

Aún cuando en Chile no existen estudios que hayan cuantificado el efecto de estos peces sobre la ictiofauna local (Dyer, 2000 a), algunos autores han citado su posible efecto negativo a través de la depredación directa, hábitos alimentarios similares, ocupación del espacio y efectos conductuales inhibitorios (Campo, 1970; Vila *et al.*, 1999). Se sabe que muchos de los peces introducidos son piscívoros, alimentándose además de numerosos invertebrados y plantas acuáticas, desplazando fuertemente a las especies nativas, debido principalmente a la competencia que se produce por el alimento y el hábitat (De Buen, 1959; Campos, 1970; Ruiz, 1993). Algunos de estas especies exóticas son capaces de remover el fondo, en busca de ditritus, enturbiando el agua, tapando posturas y ocasionalmente consumiendo huevos en esta acción. Debido a esto y a una alta depredación, algunas especies autóctonas se encuentran en la actualidad en Peligro de Extinción (es decir que su supervivencia es poco probable si los factores de peligro continúan operando) (Campos *et al.*, 1998), o presentan una disminución en la densidad de sus poblaciones.

Actualmente la fauna ictiológica de la V Región de Valparaíso se encuentran descritas por Froese & Pauli (2003) registrando para la región 18 familias, 23 géneros y 28 especies, de las cuales 10 son introducidas, siete endémicas y 11 nativas (Tabla 1 y Fig. 1). De éstas 11 especies nativas, cinco especies de peces dulceacuícolas se encuentran actualmente en peligro de extinción: *Diplomystes chilensis* “Tollo de río”, *Nematogenys inermes* “Bagre”, *Percichthys melanops* “Perca trucha”, ***Basilichthys microlepidotus*** “Pejerrey de escama chica” y *Micropogon manni* “Roncador” descrita por Glade (1993). Por otra parte, se registran doce en una condición de vulnerabilidad, entre ellas *Trichomycterus areolatus* “Bagre chico”, *Galaxias maculatus* “Puye” y *Cheirodon pisciculus* “Pocha”.

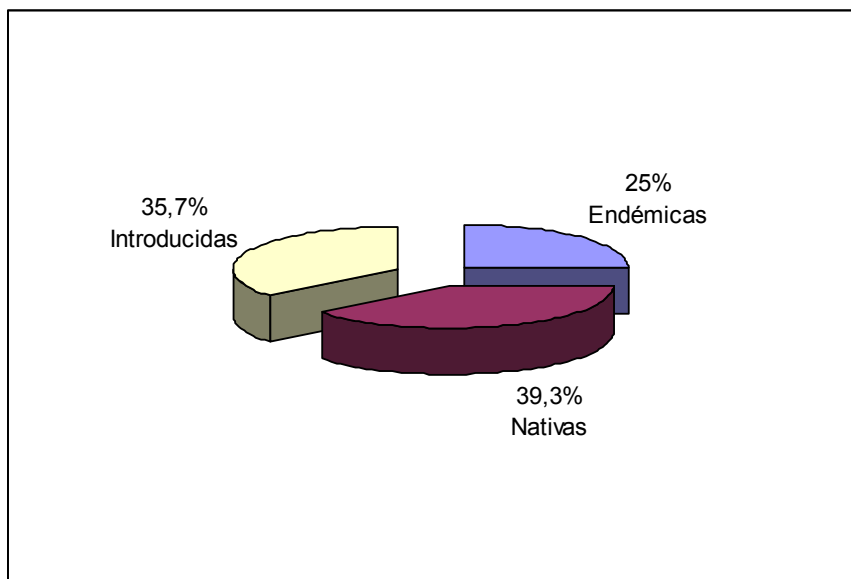


Figura 1. Distribución de peces dulceacuícolas en la V Región.

Tabla 1. Peces continentales de la V Región.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN
1. Atherinidae	<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey austral	Endémica
2. Characidae	<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha chilena	Endémica
3. Diplomystidae	<i>Diplomystes chilensis</i>	Tollo de agua dulce	Endémica
4. Nematogenyidae	<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grande	Endémica
5. Percichthyidae	<i>Percichthys melanops</i>	Trucha negra	Endémica
6. Perciliidae	<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Endémica
7. Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagre	Endémica
8. Atherinidae	<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey chileno	Nativa
9. Atherinidae	<i>Odontesthes mauleanum</i>	Cauque	Nativa
10. Atherinidae	<i>Odontesthes regia</i>	Pejerrey de mar	Nativa
11. Eginopidae	<i>Eleginops maclovinus</i>	Róbalo	Nativa
12. Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	Anchoa	Nativa
13. Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Nativa
14. Geotriidae	<i>Mordacia lapicida</i>	Lamprea	Nativa
15. Geotriidae	<i>Geotria australis</i>	Lamprea de Bolsa	Nativa
16. Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	Nativa
17. Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	Nativa
18. Pinguipedidae	<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	Nativa
19. Atherinidae	<i>Odontesthes bonariensis</i>	Pejerrey argentino	Introducida
20. Characidae	<i>Cheirodon interruptus</i>	Pocha	Introducida
21. Cichlidae	<i>Cichlasoma facetum</i>	Chanchito	Introducida
22. Cyprinidae	<i>Carassius carassius</i>	Carpín	Introducida
23. Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Introducida
24. Cyprinidae	<i>Tinca tinca</i>	Tenca	Introducida
25. Poeciliidae	<i>Cnesteredon decenmaculatus</i>	Gambusia manchada	Introducida
26. Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	Introducida
27. Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	Introducida
28. Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	Trucha común	Introducida

### 3.2.1. Valor Ambiental de la Fauna Íctica de Sistemas Fluviales

La ictiofauna de sistemas fluviales constituye un recurso natural renovable de gran importancia, tanto ecosistémica como social, por lo que representa un recurso ambiental de alto valor. En cuanto a su valor ecosistémico, los peces representan el eslabón trófico superior de las cadenas alimentarias de la mayoría de los sistemas fluviales. Por ello, las poblaciones ícticas están sujetas a las variaciones que sufren los niveles tróficos inferiores (principalmente zoo y fitobentos), pero

también son determinantes en regular las poblaciones de dichos niveles (Bechara, 1993). De esta forma, la fauna íctica de ambientes lóticos es el reflejo de toda la comunidad acuática, ya que su riqueza y composición específica, así como su diversidad, son indicadores de una alta o baja calidad ambiental del ecosistema fluvial. Son elementos fundamentales en el control de plagas, cuyos vectores en alguna de las etapas de su ciclo vital se relacionan con el agua, como es el caso del control de mosquito productores de fiebre amarilla, paludismo o de los irritantes zancudos. Por otra parte, los peces representan el nexo o conexión entre los sistemas acuáticos y los terrestres, dado que muchos vertebrados terrestres tales como aves y mamíferos se alimentan de ellos. A su vez, peces de grandes tallas (truchas adultas), se alimentan de animales terrestres tales como los roedores, generando un intercambio directo de materia y energía entre ambos ecosistemas (Habit *et al.*, 2002).

En cuanto a su importancia social, los peces de ecosistemas fluviales constituyen una fuente de proteína animal de bajo costo. Sin embargo, la ictiofauna de ambientes lóticos no soporta una pesquería importante en el país, existiendo la pesca deportiva como la más practicada y la única actividad pesquera dulceacuícola que cuenta con regulación, aún cuando la fiscalización es escasa.

Dado que los peces son recursos naturales renovables que cumplen roles ecosistémicos y sociales relevantes, su gestión debe estar basada en un contexto ambiental de conservación de todas las especies del ecosistema (particularmente de aquellas nativas con problemas de conservación), así como la propensión a la conservación de sus hábitats.

### **3.2.2. Antecedentes sobre las Especies de peces Dulceacuícolas**

Los antecedentes que en la actualidad se tiene sobre biología y ecología de las especies de peces tanto nativas como introducidas de aguas continentales de Chile no han sido muy numerosos. Jaskic (1996) señala que “los pejerreyes de la familia **Atherinidae** (*Basilichthys* spp.) han recibido una dedicación especial

particularmente por sus modalidades reproductivas. Los **Galaxiidae** también han sido motivo de estudio por su distribución circumpolar. Las especies de **Orestias** (Cyprinodontidae) en el altiplano han sido menos estudiadas, al respecto destaca el estudio sobre morfometría y relaciones tróficas de **Orestias laucaensis** en la I Región”.

Los estudios referidos a la fauna epicontinental de la V Región son escasos. Uno de los primeros aportes lo realizó Gay (1848), quién cita para la zona central de Chile a nueve especies, siete nativas y dos endémicas. Eigenman en 1927 realizó un extenso estudio a nivel nacional y de manera tangencial citó algunas especies de la V Región, estableciendo un posible origen de esta fauna.

Duarte *et al.* (1971) señala para el río Maipo 16 especies, 10 autóctonas y seis introducidas. Posteriormente más centrado en la región, se encuentra el aporte de Dazarola (1972), el cual da una distribución de la ictiofauna que se encuentran en el estero Marga Marga (hoy llamado en su tramo final estero Viña del Mar), estero Casablanca y río Aconcagua. En el estero Viña del Mar reconoce siete especies, dos nativas y tres introducidas. Para el estero Casablanca señala cuatro especies, una nativa, una endémica y dos introducidas y, en el río Aconcagua reconoce 17 especies, de las cuales ochos son nativas y nueve introducidas.

Barría & Boré (1978) describen para el estero Limache cinco especies, cuatro nativas y una introducida. Más tarde Baeza (1998) describe para este mismo estero doce especies, de las cuales cinco son nativas y siete foráneas.

Quiroz (1999) menciona la ictiofauna presente en el estero Viña del Mar, reconociendo ocho especies, tres nativas y cinco introducidas. Aliaga y Da Venezia (2003) plantea la situación actual de la fauna íctica de las desembocadura de los sistemas lóticos de la región; cuatro ríos y siete esteros, los que se encuentran constituidos por 21 especies, 13 nativas y 8 introducida.

### 3.3. Especies Dulceacuícolas Seleccionadas

La selección de las especies de peces dulceacuícola que permitan evaluar los efectos de las alteraciones físicas y químicas que puedan ocurrir en los ecosistemas lóticos, se individualizan, entre las especies descritas y detectadas en los distintos cursos de agua, las que se consideraron más adecuadas en términos de su importancia ecológica, a su presencia en la mayoría de los cuerpos de agua seleccionados y a la disponibilidad de estudios acerca de su biología y ecología.

Para los objetivos del presente estudio se han seleccionado entre los componentes de las comunidades biológicas lóticas dos especies de peces dulceacuícola, una nativa y otra introducida. Los peces seleccionados corresponden a dos especies que están presentes en la mayoría de los cursos de agua en estudio, que constituyen los principales componentes de la ictiofauna de los sistemas fluviales de la V Región y que han sido ampliamente estudiados, sobre todo la especie nativa. Estas especie corresponden a un **Aterínido**: Pejerrey chileno o Pejerrey de escama chica (*Basilichthys microlepidotus*), pez nativo y a un **Poecílido**: Gambusia o pez mosquito (*Gambusia affinis holbrooki*), pez introducido. Es importante destacar, sin embargo, que la elección de estas especies ícticas está fundamentalmente determinada por la disponibilidad de información acerca de ellas y por encontrarse presentes en la mayoría de los cuerpos de agua en estudio.

#### 3.3.1. *Basilichthys microlepidotus*



Figura 2

Son peces de cuerpo alargado y delgado. Cabeza moderadamente pequeña, escamas pequeñas, en hilera muy numerosas (Ruiz, 1993). Se distribuye en los cursos de agua dulce comprendido entre La Serena, Illapel y Petorca (Eigenmann, 1927); Choapa por el norte (Comte & Vila, 1987) y los ríos: Vergel y Malleco por el sur (Arratia *et al.*, 1981). Tiene una alta tolerancia frente condiciones de sequía, temperaturas altas y a la contaminación. En términos alimentarios, es un predador activo desde su etapa juvenil, de hábitos omnívoros, cuya dieta consiste en larvas de insectos, pequeños invertebrados, algas filamentosas y moluscos (R&Q, 1993). El período reproductivo se extiende durante los meses de agosto a marzo, presentando un alto porcentaje de machos maduros durante todo el año, aún cuando no existen hembras maduras (abril a junio), asegurando la fecundación de éstas durante períodos prolongados (Comte & Vila, 1987). Tiene importancia como recurso de pesca local y deportiva. Esta especie esta considerada en peligro de extinción por su distribución restringida, disminución notable de su abundancia y talla de los individuos, presencia de especies introducidas, pérdida casi total de su hábitat por la disminución de la disponibilidad de agua (R&Q, 1993).

Estos peces se relacionan con diferentes factores físicos, químicos y biológicos del medio en que se encuentran. Así, determinadas condiciones de salinidad, transparencia del agua, contenido de nutrientes, oxígeno disponible, cantidad de alimento a su alcance, predadores, lugares de refugio, condiciones adecuadas para el desove etc., se consideran limitantes para la presencia en el sistema acuático (Ruiz, 1993).

### **3.3.1.1. Requerimientos Físico-Biológico de la especie *B. microlepidotus***

#### **a) Nivel mínimo de Oxígeno Disuelto**

Es el nivel bajo el cual el pez no es capaz de extraer el oxígeno disuelto del agua.

***B. microlepidotus***: sobre 4 mg/L de OD (R&Q, 1993).

## b) Requerimiento de Oxígeno Disuelto para vivir

Para el pejerrey chileno se ha establecido experimentalmente la siguiente función biológica, que expresa el requerimiento de oxígeno disuelto en función de la temperatura del agua y del peso del pez (observar que el metabolismo aumenta fuertemente con la temperatura, y se reduce con el crecimiento del pez).

$$\text{Consumo OD} = \frac{0.0033929069 * T^{1.5484935}}{W^{0.24128875}} \quad \text{(Fórmula 1)}$$

Donde: Consumo OD en mg O<sub>2</sub>/hora/gramo de pez

T = Temperatura °C

W = Peso del pez en gramos

El consumo de oxígeno disuelto se va reduciendo fuertemente al crecer el pez. El consumo máximo se observa en los huevos, por eso es que el desove se realiza siempre en aguas frescas, bien oxigenadas (R&Q, 1993).

## c) Temperatura

Temperatura crítica tolerable por pocas horas (especialmente para los huevos):

- Mínima: 8 – 9 °C
- Máxima: 30 °C
- Rango de agrado para vivir: 11 – 25 °C
- Temperatura óptima para el desove y reproducción: 14 – 20 °C (R&Q, 1993)

## d) Velocidad de flujo

No tiene requerimientos de velocidades de flujo. Vive igualmente en aguas estancadas incluso charcos, donde también es capaz de desovar y reproducirse.

La ausencia de este requerimiento va asociada a que el pejerrey chileno vive también en aguas turbias, con mucho sedimento (R&Q, 1993).

**e) Altura mínima de flujo**

En general, los peces por su tamaño y movilidad, requieren determinadas alturas mínimas de agua, con o sin escurrimiento según la especie. Para la piscicultura o lugares de cultivo, se estableció la siguiente altura mínima para **B. microlepidotus** de 10 cm, ocasionalmente sin escurrimiento (R&Q, 1993).

**f) Requerimientos para el Desove y Reproducción**

Presenta una modalidad de *desove parcial*: los huevos son puestos fraccionadamente durante el período reproductivo anual (entre agosto y marzo). Las especies con desove parcial tienen huevos de mayor tamaño y menor fecundidad que aquellas con desove total (todos los huevos son puestos en un período muy corto del año) (Comte & Vila, 1987).

Las temperaturas adecuadas para el desove son entre 14 y 20 °C. No presentan exigencias excesivamente altas en cuanto a lugar de desove: desovan en piedras o bajo hojas de plantas. Según datos experimentales, los huevos se pueden desarrollar a temperaturas de hasta 25 °C si hay suficiente oxígeno (R&Q, 1993).

**g) Necesidades de transporte físico**

Se refiere a la interrelación entre los tramos de un río por concepto de traslado de especie. No tiene mayores requerimientos de traslación si encuentra alimento. No requiere aguas lejanas para desovar, sólo tiene desplazamientos locales o áreas con plantas o sustrato apropiado (R&Q, 1993). De tal manera, estos factores en conjunto conforman un hábitat característico.

### 3.3.2. *Gambusia affinis*

Fue traído a Chile de Estados Unidos en 1930 y llevada a pantanos de Llo-Lleo y Concepción, a través de la Dirección General de Bosque, Pesca y Caza, para cooperar en la lucha contra la malaria y combatir las plagas de zancudos, en razón de los hábitos larvívoros de la especie (De Buen, 1959). Esta especie ha sido introducida en casi todos los continentes como especie de control de mosquito (por ejemplo; Egipto, Yugoslavia, Hawai, Puerto Rico, Bolivia, etc.) (Welcomme, 1988). (Fig. 3)

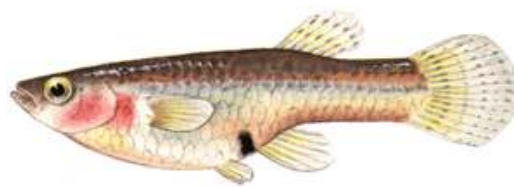


Figura 3

Son peces de tamaño pequeño, generalmente menores de 50 mm. con cabeza amplia y deprimida, ojos generalmente grandes. Presenta dimorfismo sexual expresado en el menor tamaño del macho. Su distribución latitudinal en aguas dulce es desde el norte de Arica hasta Tierra del Fuego ( $19^{\circ}$  -  $54^{\circ}$  S) (Habit *et al.*, 2003). Posee un ancho alcance de condiciones climáticas, tanto de baja como buenas como altas temperaturas y baja concentración de oxígeno disuelto (Welcomme, 1988). Vive de preferencia en las orillas del río, más representada en zonas arenosas y de fango sin vegetación (Moreno y Moran, 1981). En términos alimentarios, sus hábitos son carnívoros, es un predador resistente y voraz de larvas de insectos y mosquitos y, en menor proporción ancyliidae, anfípodos y copépodos en ríos de la zona (Ruiz, 1993). También pueden llegar a practicar el canibalismo los peces adultos, debido a su alta densidad poblacional, en la cual agotan los recursos faunístico (Duarte *et al.*, 1971). La reproducción tiene lugar prácticamente durante todo el año, siendo el período de mayor fecundidad entre febrero y marzo (Ruiz, 1993). Presenta un sistema reproductivo ovivíparo que se

asegura una tasa baja de mortalidad en las primeras edades (Moreno & Moran, 1981).

### **3.4. Caracteres Morfométricos**

Los caracteres morfométricos son aquellos que pueden medirse y expresarse con valores numéricos. La longitud y peso son dos variables de habitual estudio en los trabajos de ictiología. Se entiende por Longitud Total (LT) del pez a la distancia hasta la proyección de ambos lóbulos de la aleta caudal plegados (Granado, 1996). La medida se suele realizar en milímetros; dependiendo del tamaño de ejemplar (especie o clase de edad) el nivel de precisión puede llegar hasta dos decimales. Con relación al Peso (W), éste puede medirse en base a diferentes aspectos del cuerpo del pez, pero siempre en gramos (el grado de precisión en la medida va a depender del rango de variación en que se encuentre la variable considerada). A partir de las medidas de longitud y peso es posible desarrollar índices y relaciones de gran interés en ictiología y características de la especie, población y ambiente acuático (relaciones biométricas, longitud-peso, condición, etc.).

#### **3.4.1. Relación Talla - Peso**

La relación talla-peso es de gran importancia debido a la versatilidad que posee, sirviendo entre otras cosas para:

- identificar grupos poblacionales
- verificar distribuciones
- análisis del factor de condición
- analizar diferencias entre grupos
- comparar diferencias entre ambientes
- estudios taxonómicos
- la transformación de longitud en peso y viceversa
- analizar stocks unitarios

- calcular la tasa de crecimiento

La relación talla-peso, como su nombre lo indica, es la relación que existe entre el peso y la longitud de una determinada especie, resultando ser una expresión de crecimiento (Amigo, 1974). El peso en los peces ( $W$ ) puede ser considerado como una función de su longitud ( $L$ ). Así es posible establecer la relación a través de la ecuación de la curva:

$$W = aL^b$$

**(Fórmula 2)**

Donde  $W$  es el peso total, en gramos, y  $L$  la longitud total, en milímetros;  $a$  y  $b$  son constantes. Esta expresión puede transformarse en una recta, mediante el uso de logaritmos decimales, obteniéndose:

$$\log W = \log a + b \log L$$

**(Fórmula 3)**

Siendo  $\log a$  la ordenada en el origen y  $b$  la pendiente de la recta. Ecuación que corresponde a una línea recta y, se calcula mediante la ecuación de la recta:

$$Y = A + bx$$

**(Fórmula 4)**

Donde;  $Y$  es el  $\log W$ ,  $A$  es el  $\log a$  y  $x$  es el  $\log L$

El coeficiente “ $b$ ” determinará el tipo de crecimiento de la especie, dicho factor varía generalmente entre dos y cuatro en condiciones naturales, pudiendo ser igual a tres, lo que corresponde a un crecimiento isométrico (el pez al crecer mantiene la forma), es decir, el pez crece en la misma proporción tridimensional (ancho y alto aumentan proporcionalmente a la longitud total). Cuando esto no ocurre, es decir, no se mantiene la proporcionalidad, ya que crecen más en

algunas dimensiones que en otra, se dice que el crecimiento es alométrico, y el valor “b” es distinto de tres, o sea, el crecimiento en peso no es función cúbica de la longitud (Granado, 1996).

Dentro de esta relación, los coeficientes “a” y “b” pueden tomar diferentes valores, variando entre especies, entre rangos de edad, e incluso entre grupos o stocks, dentro de una misma especie. Durante su desarrollo los peces pasan a través de varias etapas o estadios, cada uno de los cuales pueden tener su propia relación talla-peso, la cual puede variar además ante numerosos factores, como ser, sexo, madurez sexual, estación del año, alimentación, etc. (Amigo, 1974). Dentro de un estadio, el coeficiente “b” puede ser constante a través del año o de una serie de diferentes etapas de desarrollo. De aquí que es posible calcular algunas veces la relación para diferentes poblaciones de una misma especie en distintos ambientes, para un determinado tiempo o para etapas distintas del pez.

#### **3.4.2. Factor de Condición “K”**

Asociado a la relación talla-peso, se encuentra el factor de condición, también denominado índice de condición, coeficiente de condición o índice ponderal. Existen varias modificaciones de la expresión, todas ellas se basan en la idea de estimar las modificaciones temporales del buen estado de los peces bajo influencias de factores externos (ambiente) e internos (fisiológicos), independientemente de la longitud. En pocas palabras, el factor de condición expresa cuanto de “gordos” están los integrantes de una población íctica (Granado, 1996).

El factor K expresa la condición o estado de un pez en términos numéricos, es decir, expresa el grado de prosperidad, robustez relativa o gordura de un pez a través del tiempo (Silva, 1975), cuyos cambios se pueden deber según la especie, morfotipo, sexo, edad, estado de madurez reproductiva, época del año y efectos de factores ambientales de origen natural (temperatura; pH; dureza del agua;

profundidad; sedimentos; etc.) o de origen antrópicos (contaminación; extracción; etc.).

Tiene gran utilidad para comparar poblaciones de una misma especie, en distintos ambientes y es considerado de vital importancia dentro de la biología de los peces por su útil aplicación al estudio de pesquería (Amigo, 1974).

Su cálculo esta basado en la determinación de la relación talla-peso. En sí la condición esta propuesta por el autor Le Cren (1951), definida por:

$$K = \frac{W_{observado}}{W_{calculado}}$$

**(Fórmula 5)**

Donde; W observado, es la relación talla-peso obtenida de la regresión lineal de los valores obtenidos, y W calculado es la relación talla-peso que se da en la especie y, ésta puede ser isométrica o alométrica.

En caso de isometría K está dado por:

$$K = \frac{aL^b}{aL^3}$$

**(Fórmula 6)**

En caso de alometría K es:

$$K = \frac{W_{observado}}{W_{estimado}}$$

**(Fórmula 7)**

Siendo W estimado =  $aL^b$  y b diferente al valor 3.

Del mismo modo, Le Cren (1951) estableció experimentalmente para la “Perca de Windermere”, que los cambios del factor de condición “K” a través del año reflejaban diferencia entre:

- Los estados de vientre (cantidad de comida en estómago).
- Los estados de las gónadas (cambios cíclicos en el peso de las gónadas de inmaduras a maduras).
- Diferencias en los niveles nutritivos.
- Efectos de los factores físico-químicos de los peces.

Ante cualquier estudio o análisis del factor de condición estacional, estos factores deben ser estudiados cuidadosamente, como posibles causas de cambios estacionales en dicho factor.

Dentro de un estudio del factor de condición, se puede esperar encontrar las siguientes características de “K”

- Si hay variación de K con la edad, para lo cual debe hacerse un estudio previo de los grupos de edades.
- Si hay diferencia sexual.

Estos dos estudios no se hizo, debido a que la muestra se hubiere visto muy disminuida, al dividirla en estaciones, sexos y luego en grupos de edades, por la cual seguramente el cálculo no hubiera sido representativo.

- Si existe variación de K por estación.

Desde el punto de vista producción es muy importante establecer este punto, ya que en cualquier explotación racional de una especie que se desee hacer, deberá tratarse de determinar, cuando el pez alcanza el mayor contenido de carne y es más conveniente extraerlo.

### 3.4.3. Antecedentes sobre el Factor de Condición

Actualmente estudios que expresan la condición o el grado de robustez de los integrantes de una población íctica, empleando el factor de condición no han sido muy numerosos. Amigo (1974) señala que “el factor de condición ha sido utilizado por investigadores tales como Ricker (1957), Le Cren (1951), Lagler (1952), Beverton y Holt (1957), etc., por considerarlo de vital importancia dentro de la biología de los peces”.

Amigo (1974), analiza algunos aspectos básicos de la especie *Cheirodon pisciculus* con el fin de ayudar al conocimiento de la fauna íctica del lago Peñuela, ante la posibilidad de que se produzca un cambio radical en el ecosistema lacustre, debido a un proyecto de abastecimiento de agua potable a Peñuelas. Para lograrlo analiza la relación talla-peso y el factor de condición y, además los hábitos alimentarios y porcentajes de sexo. Silva (1975), también contribuye al conocimiento de la fauna íctica del lago Peñuela, calculando la relación talla-peso con un análisis del factor de condición estacional del pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*), para establecer la época más conveniente de captura para dicha especie.

Comte & Vila (1987) hacen un estudio de la modalidad reproductiva de *Basilichthys microlepidotus* en el río Choapa, analizando los índices gonadosomáticos y los índices de condición, ya que estos permiten conocer indirectamente tanto el esfuerzo reproductivo como el estado de bienestar del animal. También se midió en el sitio de recolección de los peces la temperatura superficial del agua, pH, conductividad eléctrica y contenido de oxígeno del agua. Por otra parte, se concluye que factores físicos, químicos e hidrológicos del ambiente en que viven los peces y estímulos conductuales relacionados con el apareamiento influyen sobre el desove y, se observó que no hay cambios notables en los índices de condición durante el período reproductivo de *B. microlepidotus*.

Vila *et al.* (1999) estudiaron la ictiofauna en los sistemas límnicos de la Isla Grande, Tierra del Fuego de Chile, ocupando el factor de condición “K” de las distintas especies de peces encontradas, para determinar los sistemas hidrográficos que presentan diferencias significativas entre sí. Además se caracterizó las estaciones a través de parámetros físico-químicos midiendo la temperatura, pH, conductividad, la profundidad, la velocidad de la corriente y el caudal.

### **3.5. Factores Ambientales**

Los factores del medio ambiente que inciden en las vidas de los peces son mucho, complejos e interrelacionados en sus efectos. Como ilustración, no podemos olvidar a factores tales como la temperatura, que es un factor de significado muy amplio y variado, sobre la alimentación, el crecimiento y en la migración de los peces. La luz, otro factor del medio ambiente que impulsa y dirige las migraciones, desempeña el papel de cronómetro en la reproducción, e influye en la velocidad y en las características del crecimiento. La luz también determina las clases y cantidades de alimento disponibles para los peces y es, por supuesto, la fuente directa de energía para el primer eslabón, el fotosintético, en la cadena alimenticia de todos los peces. Otro factor biológico importante del medio ambiente de los peces es el alimento. Su abundancia y variedad son determinantes tanto en la composición de especies como en las magnitudes de las poblaciones de peces (Lagler, 1984).

No hay que olvidar que existen factores bióticos o factores sociales. Entre todos los factores del medio ambiente los más sutiles en su acción son las interacciones que existen entre los individuos de la misma o diferentes especies, por eso es válido llamarlos con el término “social”, variables dependientes de la densidad (Lagler, 1984). Entre ellos queda incluida la competencia, o sea, la influencia del número de individuo en la cantidad de alimento disponible, los sitios para anidar, la conducta de la alimentación, etc., y la predación, en que reconsidera a un organismo presa devorado por un predador. Según Lagler (1984), desde el

momento en que los efectos de los factores bióticos son más estudiados en la naturaleza, es más fácil confundirlos con los efectos del medio ambiente (físicos y químicos)

En este trabajo se han considerado cuatro parámetros físico-químicos que inciden en la morfometría de los peces, los cuales corresponden a factores independientes de la densidad, parámetros físicos como los sólidos disueltos y parámetros químicos como, pH, oxígeno disuelto y la conductividad. Estos indicadores proveen información sobre los aspectos de calidad de las aguas para diferentes usos (potable, bebida, animales, riego, recreación y vida acuática).

### **3.5.1. Causas de Orden Físico**

Las causas físicas están principalmente constituidas por las propiedades físicas del agua tales como: temperatura, contenido de materias en suspensión; aunque también comprenden las radiaciones y todas aquellas agresiones que resultan de la actividad de los animales o de las prácticas piscícolas.

#### **3.5.1.1. Alteraciones debidas a los Sólidos Disueltos (SD)**

Se definen los sólidos totales disueltos como la suma de todos los materiales disueltos en el agua. Se encuentra usualmente en rangos de 25 a 5000 mg/L (MAPFRE, 1994). Para aguas potables se indica un valor máximo deseable de 500 mg/L (MAPFRE, 1994). El origen de los sólidos disueltos (SD) puede ser múltiple, orgánico e inorgánico, tanto en aguas superficiales como subterráneas

Su acción directa sobre el pez se manifiesta en irritación branquial que entraña molestias respiratorias y del mismo modo pueden servir de soporte a una colonización bacteriana. Pero su efecto indirecto es todavía más importante: La disminución de la luminosidad ocasiona un descenso de la fotosíntesis y como consecuencia la disminución del contenido del oxígeno en el agua, agravada por la elevación térmica como consecuencia de un aumento de la absorción calorífica.

Así mismo, produce una disminución de la producción primaria y una menor producción animal (Kinkelin, 1991).

Los sólidos disueltos, a través de la acción erosiva de las corrientes a lo largo de los cursos de agua superficiales altera continuamente el hábitat local, y estos materiales o sólidos desprendidos son transportados y depositados por dondequiera, produciendo diversos cambios allí. La turbidez que resulta de la erosión puede afectar a las adaptaciones (como las de los ojos) de los peces, pero también puede ser letal o puede reducir notablemente las oportunidades que tienen los peces para su sobrevivencia, al sedimentarse los materiales en los lugares donde se reproducen o se alimentan, traduciéndose en los caracteres morfométricos o en el crecimiento de los peces (Lagler, 1984). A demás los sólidos disueltos están estrechamente relacionados con la conductividad eléctrica.

### **3.5.2. Causas de Orden Químico**

Los componentes químicos del agua son principalmente las propiedades y la composición del agua (pH, alcalinidad, contenido en gases disueltos, materias nitrogenadas, toxinas segregadas por algas, o en diversos contaminantes tales como cloruros, sulfatos, mercurio, ácidos, pesticidas, detergentes, hidrocarburos, etc.). Éstas actúan a menudo asociados entre sí y bajo la influencia de la temperatura.

Además de sus efectos propios, la calidad del agua puede influir sobre las enfermedades causadas por los bioagresores sometiendo por una parte al animal a una perturbación generadora de un estado de estrés que modifica sus defensas naturales y, por otra parte, ofreciendo eventualmente a ciertos hongos y bacterias, sustratos favorables para su proliferación (Kinkelin, 1991).

### **3.5.2.1. Alteraciones debidas al Carácter Ácido o Básico**

El óptimo vital de los peces fluctúa dentro de una zona de pH más o menos estrecha en torno a pH 7. Hay peces cuyo óptimo se encuentra más en la zona ácida (5-6); otros, y aquí se incluye el mayor número de especie, tienen su óptimo en la zona alcalina (en especial muchos barbos). La resistencia frente a las oscilaciones del pH del agua es variable. Muchas especies son en extremo sensible a esto, mientras que otras soportan notables diferencias sin sufrir daño (espinoso, lucio, tenca, anguila) (Reichenbach-Klinke, 1980). Cuando el pH se desvía de la zona propia de la especie durante largo tiempo, los peces sufren alteraciones. En casos extremos se registran lesiones visibles desde el exterior, como coloración castaña de las branquias y deshilachado de las aletas. Las dos últimas alteraciones son características sobre todo de la alcalosis, es decir, de trastornos producidos por un exceso de alcalinidad. Los peces muy afectados mueren (Reichenbach-Klinke, 1980). El carácter crónico de la acidez del medio conduce frecuentemente a afecciones branquiales y como consecuencia al estrés (Kinkelin, 1991). Debe indicarse así mismo que en acidificaciones inferiores a pH 5 precipita el hierro coloidal, lo que impide la función respiratoria de las branquias de los peces.

La acción indirecta del pH actúa con fenómenos de toxicidad: los pH bajos elevan la toxicidad de los metales y de los nitritos; a la inversa, un pH elevado aumenta el amoníaco. Los valores de los pH favorables a la vida piscícola se sitúan entre 7 y 8.5. Entre 6 y 9 no hay accidentes por efecto directo, pero la acción tóxica del amoníaco es temible (Kinkelin, 1991).

### **3.5.2.2. Alteraciones debidas a la Insuficiencia en Contenido de Oxígeno en el Agua**

Bien sea absoluta o relativa, la falta de oxígeno se traduce en asfixia o en disminución de los rendimientos: detención o ralentización del crecimiento, aumento en el coeficiente de transformación del alimento (en explotación) e

incremento de la sensibilidad a las agresiones. La suboxigenación misma es un factor de estrés (Kinkelin, 1991). La falta de O<sub>2</sub> amenaza en poco tiempo la supervivencia de los peces, ésta se traduce en anorexia. La manifestación típica de asfixia es la separación de los opérculos branquiales y la amplia apertura de la boca. Los peces que reciben escaso oxígeno, además de las manifestaciones citadas de asfixia, aumenta naturalmente la tasa de CO<sub>2</sub> en sangre, por lo que entonces puede presentar muchas veces la intoxicación por ácido carbónico, también ausentes muchas veces, muestran branquias palidecidas.

Todas las especies no tienen las mismas exigencias de oxígeno, pero en una especie dada, las necesidades varían en función del rendimiento que se exige a los peces y evidentemente, como en las explotaciones lo que se busca es un buen crecimiento, el oxígeno constituye el primer factor del medio que limita la producción (Kinkelin, 1991). Como valores mínimo de oxígeno se suelen aceptar 5 mg/L para truchas y 4 mg/L para carpas. El informe de la Comisión de Calidad del Agua, del Departamento del Interior USA (1968), propuso la cifra de oxígeno de 5 mg/L, que puede reducirse a 4mg/L durante breves períodos, pero sin que nunca deba descender de esta cantidad (En: Reichenbach-Klinke, 1980).

### **3.5.3. Valor Diagnóstico del Conocimiento de los Componentes del Agua**

#### **3.5.3.1. Sólidos Disueltos (SD) (expresada en µS/cm)**

Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o al suministro para su consumo de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior palatabilidad, pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional (MAPFRE, 1994). Un alto contenido de sustancia en suspensión constituyen la principal causa de enturbiamiento del agua y, a parte de las circunstancias meteorológicas, ponen de manifiesto la contaminación mecánica o, en explotación, una mala evacuación de los desperdicios (Kinkelin, 1991). Los análisis de sólidos son importantes en el control

de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan sus vertidos.

### **3.5.3.2. Conductividad Eléctrica** (expresada en $\mu\text{S/cm}$ )

La conductividad eléctrica, se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. Es, por tanto, indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. Ésta proviene de un ácido, una base o una sal, disociadas en iones (MAPFRE, 1994). El agua pura, prácticamente no conduce la corriente, sin embargo el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente, y la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes y de su movilidad (MAPFRE, 1994).

La conductividad es medida con conductímetro, expresando la mineralización del agua. Su valor aumenta normalmente de arriba hacia abajo en el curso del río. Su aumento también indica una polución fácil de detectar, cuando su valor medio se conoce en un lugar concreto (Kinkelin, 1991).

### **3.5.3.3. pH**

Se utiliza la notación pH como medida de la naturaleza ácida o alcalina de una solución acuosa. Medida con un electropHmetro (precisión 0.1). Las unidades representan el logaritmo del inverso de la concentración de iones  $\text{H}^+$ . Ha sido admitido el hecho de que los peces vivan normalmente entre 6 y 8.5, pero el pH de la mayoría de las aguas dulces naturales se sitúa entre el 6.6 y 7.8. Los valores de pH compatibles con la vida de las especies acuáticas está comprendido entre 5 y 9, situándose los más favorables entre 6 y 7.2 (MAPFRE, 1994). Los valores inferiores a 5 no convienen a la producción piscícola (Kinkelin, 1991). En Chile el requisito de pH destinado a vida acuática varía entre 6.0 – 9.0. (Tabla 2)

Se pueden producir aumentos de una unidad por efecto de la fotosíntesis, y son posibles variaciones de la amplitud y de dureza variables en caso de contaminación. Por último, no hay que olvidar que el pH del agua modula numerosas toxicidades y es indispensable su conocimiento para todos los diagnósticos que tengan relación con la toxicología de las sustancias disueltas en el agua (metales, amoníaco).

#### **3.5.3.4. Oxígeno**

Se define como el oxígeno disponible libremente en el agua. Constituye el elemento esencial que se debe conocer si se quiere optimizar la producción de una explotación y sirve para comprender el origen de ciertas bajas del rendimiento o de la productividad de un medio. Se mide con frecuencia mediante un oxímetro. El requisito mínimo de oxígeno disuelto adecuado que es necesario para la vida de peces y otros organismos acuáticos en Chile es de 5 mg/L. (Tabla 2)

En aguas limpias, no contaminadas, el agua está normalmente saturada de oxígeno para una temperatura dada. Puede, sin embargo, descender por debajo del requerimiento mínimo de unas cuantas partes por millón para los peces en el nacimiento de las corrientes, y estacionalmente en las aguas estancadas del fondo de los cuerpos de agua quietos (Lagler, 1984). La deficiencia de oxígeno también puede observarse en los depósitos con mucha materia orgánica o en las aguas contaminadas con productos orgánicos de desperdicios.

#### **3.5.4. Antecedentes Sobre los Parámetros Ambientales**

Estudios de los parámetros ambientales, basados en datos físicos, químicos o biológicos de los cuerpos o cursos de agua dulce, se basan principalmente en el establecimiento de calidad del agua para diferentes usos: bebida del hombre y de los animales; para soportes de una vida acuática sana; para riego de la tierra y para la recreación.

Barría y Boré (1978) utilizan algunos parámetros físico y químicos para determinar la calidad del agua del estero Limache, en vista de la futura construcción del embalse Los Aromos. Matthias y Moreno (1983), estudian algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos en el río Medellín de Colombia, para comparar los datos obtenidos con valores consignados en estudios anteriores, con el fin de hacer una secuencia de los diferentes períodos de deterioro por los que pasa el río a través del tiempo.

Las investigaciones que relacionan el comportamiento de los peces con los diferentes parámetros físico-químicos han sido realizadas principalmente en laboratorios (Bistoni *et al.*, 1999). Estudios de este tipo son difíciles de llevar a cabo a campo por la compleja interacción entre los factores. Reyes (1975) analizó diferentes tipos de contaminantes y su efecto sobre la ictiofauna dulceacuícola de Valparaíso, a través de variados tests biológico. Saliban (1977) estudió la aclimatación de *Gambusia affinis holbrooki* de Chile en soluciones de alta salinidad.

Estudios que relacionan las comunidades ícticas con los parámetros ambientales de los ecosistemas lóticos son escaso y se han realizados con respecto a distintos temas; sobre la contaminación, los ciclos reproductivos, la distribución de los peces y los atributos de sus comunidades.

Smith y Dazarola (1969), estudiaron la distribución de los peces del río Aconcagua relacionándola con las concentraciones de oxígeno disuelto y las fuentes de contaminación urbana (En: Reyes, 1975). Reyes (1975) señala los principales puntos de contaminación urbana e industrial y analiza sus efectos sobre la fauna íctica en la hoya hidrográfica de la V Región.

Comte & Vila (1987), midieron diversos factores físico-químicos (temperatura superficial del agua, pH, conductividad eléctrica y contenido de oxígeno) y analizaron los índices gonadosomáticos y de condición "K", de manera de conocer la modalidad reproductiva de *Basilichthys microlepidotus* en el río Choapa.

Bistoni *et al.* (1999) determinan atributos de la comunidad íctica y la distribución de los peces que cambian en forma consistente con la degradación de la calidad del agua, analizando los factores físico-químicos que influyen sobre las especies del río Suquía, región central de Argentina.

Habit *et al.* (2003), utilizaron indicadores de calidad de agua tales como; temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto, con el fin de estudiar la composición específica de peces del estero Nonguén y sus patrones comunitarios a lo largo del sistema fluvial en un ciclo anual, debido a que el estero presenta una marcada diferencia entre su parte alta ritral y su parte baja potamal. Además se determinaron los tamaños corporales del ensamble de peces.

### **3.6. Normas Ambientales para la Protección de las Aguas Superficiales.**

En lo que se refiere a herramientas normativas en el tema hídrico, las necesidades básicas las constituyen las normas de calidad para aguas marinas, aguas continentales, aguas subterráneas (objetivo de calidad de los recursos y cuerpos de agua, asociado a los usos que de ellos se haga), y las normas de emisión al alcantarillado, aguas superficiales y a aguas subterráneas (instrumentos de gestión de los efluentes).

En la actualidad, las normas relevantes en cuanto a la calidad de las aguas en Chile se encuentra la Norma chilena oficial NCh 1.333. Decreto N° 867 de 1978 del Ministerio de Obras Públicas, que establece los requisitos de calidad del agua para diferentes usos (agua potable, bebida para animales, riego, recreación y estética).

#### **3.6.1. Norma Chilena Oficial N° 1.333.**

Establece los requisitos de calidad del agua para diferentes usos, la cual fue aprobada por el D.S. N° 867/1977, del Ministerio de Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial el 22 de mayo de 1978.

La norma oficial (NCh 1.333 Of. 78) fija criterio de calidad del agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado. Estos criterios tienen por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por contaminación con residuos de cualquier tipo u origen.

El vaciamiento de residuos contaminantes a masa o cursos de agua deberá ajustarse a los requerimientos de calidad especificados para cada uso, teniendo en cuenta la capacidad de autopurificación y dilución del cuerpo receptor, de acuerdo a estudios que efectúe la autoridad competente en cada caso particular.

Esta norma tiene como alcance de aplicación a las aguas destinadas a los usos siguientes: a) agua para consumo humano, b) agua para la bebida de animales, c) riego, d) estética y recreación con contacto directo y sin contacto directo, y e) vida acuática. (Tabla 2)

Las aguas dulces destinadas a ser usadas para vida acuática deben cumplir con los requisitos generales que se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática.

<b>Característica</b>	<b>Requisito</b>
Oxígeno disuelto, mg/L	5 mínimo
pH	6.0 a 9.0
Alcalinidad total, mg/ de CaCO <sub>3</sub>	20 mínimo
Turbiedad debido a descarga, unidades Escala	No debe aumentar el valor natural en más de 30 unidades.
Temperatura	En flujos de agua corriente, no debe aumentar el valor natural en más de 3°C.
Color	Ausencia de colorantes artificiales
Sólidos flotantes y espumas no Naturales	Ausentes
Sólidos sedimentables	No deben exceder del valor natural
Petróleo o cualquier tipo de Hidrocarburo	No debe haber detección visual. No debe haber cubrimiento de fondo, orilla o ribera. No debe haber olor perceptible.

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ictiofauna de sistemas fluviales constituye un recurso natural renovable de gran importancia, tanto ecosistémica como social. Son el reflejo de toda la comunidad acuática, al ser parte fundamental de las cadenas tróficas en que participan, y de constituir una fuente de proteína animal de bajo costo, por lo que representa un recurso ambiental de alto valor. Por lo tanto, su gestión debe estar basada en un contexto ambiental de conservación de todas las especies del ecosistema (particularmente de aquellas nativas con problemas de conservación), así como la propensión a la conservación de sus hábitats.

En un sistema acuático poluído se producen transformaciones del medio que lo tornan inapropiado para el desarrollo normal de las poblaciones acuáticas alterando los patrones normales de la ictiofauna, tales como riqueza específica, abundancia y diversidad.

El desarrollo histórico de la fauna íctica de aguas continentales chilenas, comienza con los aportes naturalistas de Molina (1788) y Gay (1848), posteriormente están las contribuciones de carácter distribucional de Dazarola (1972), Duarte *et al.* (1971), Campos (1970, 1973 y 1982), Campos *et al.* (1984), Quiroz (1999), Habit *et al.* (2003) y Aliaga & Da Venezia (2003), y taxonómicos, Eigenmann (1927), De Buen (1959), Arratia *et al.* (1981) y Dyer (2000, a y b), entre muchos otros. En cuanto a las investigaciones que en la actualidad se tiene sobre la biología y ecología de las especies continentales de peces tanto nativas como introducidas, Jaksic (1996) señala que éstas no han sido muy numerosas. Lo mismo sucede con estudios que relacionan las comunidades ícticas con los parámetros ambientales de los ecosistemas lóticos.

En los 21 cuerpos de agua epicontinentales exorreicos de la V Región, algunos esfuerzos se han realizados con respecto a estudios sobre las relaciones morfológicas de la fauna íctica. Todos estos estudios referentes a las medidas corporales de los peces, se basan en la idea de estimar las modificaciones

temporales del buen estado de los peces bajo las influencias de factores externos e internos empleando el factor de condición; no obstante muy pocos de estos antecedentes corresponden a los ecosistemas lóticos de la región. Amigo (1974) y Silva (1975) analizan el factor “K” de las especies *Cheirodon pisciculus* y *Odontesthes bonariensis* respectivamente, pero ambos lo realizan en el lago Peñuela de Valparaíso (ecosistema léntico).

Como se aprecia, en lo anteriormente detallado, actualmente se sabe muy poco de las comunidades ícticas en los cuerpos de agua dulce regionales y en particular estudios que expresan la condición o el grado de robustez de los integrantes de una población íctica, empleando el factor “K”, en los ecosistemas lóticos de la V Región no han sido muy numerosos.

El presente estudio amplía el conocimiento de las variables ambientales que influyen sobre los atributos morfométricos tanto de fauna íctica nativa como introducida y proporcionan elementos para proteger y manejar los recursos hídricos-faunísticos presente en esta zona.

## 5. HIPÓTESIS

En relación con los antecedentes mencionados anteriormente, se espera, que los factores ambientales físicos-químicos de los cuerpos de agua dulce como; concentración de oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, pH y sólidos totales disueltos, muestren un efecto sobre las medidas corporales o caracteres morfométricos (longitud y peso total) de los peces **Basilichthys microlepidotus** y **Gambusia affinis** que habitan en el medio acuático dulceacuícola (ecosistema lóticos), reflejándose de manera especial en el valor del factor de condición “K” para cada especie.

## 6. OBJETIVO GENERAL

Establecer relaciones entre los parámetros ambientales físico-químicos de los distintos cuerpos de agua dulce de la V Región (ecosistemas lóticos) y los caracteres morfométricos de las especies íctica dulceacuícola seleccionadas.

### 6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el entorno físico-químico y una descripción general de cada uno de los cuerpos de agua dulce en estudio.
- Caracterizar morfométricamente a las especies **Basilichthys microlepidotus** “Pejerrey de escama chica” y **Gambusia affinis** “Gambusia o pez mosquito”.
- Comparar las poblaciones de una misma especie (pejerrey y gambusia), determinando si existen diferencias entre las estaciones de muestreos de cada cuerpo de agua, en cuanto a los caracteres morfométricos de los peces.

- Determinar la relación talla-peso y el tipo de crecimiento que se da para ambas especies en cada uno de los cuerpos de agua.
- Calcular el factor de condición K en cada uno de los cuerpos de agua para las especies **Basilichthys microlepidotus** y **Gambusia affinis**, para indicar la conveniencia de ciertos cuerpos o lugares para estas especies, según a los parámetros físico-químicos del medio.
- Determinar los grados de incidencia que presentan los parámetros físico-químicos sobre los caracteres morfométricos de ambas especies, de mayor a menor importancia.
- Relacionar los resultados de las medidas de los parámetros físico-químicos según la calidad del agua para el uso de vida acuática en función de los criterios de la NCh 1.333.

## 7. METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo se utilizó información que corresponden a muestreos obtenidos de capturas con redes de malla y pesca eléctrica de las especies **Basilichthys microlepidotus** y **Gambusia affinis**, y de parámetros físico-químicos en desembocaduras de ríos y esteros de la V Región, entre los años 1998 y 2003, realizadas por autores (Baeza, 1998; Quiroz, 1999; Zunino *et al.*, 2000 y 2001; Ávalos, 2003), los cuales han efectuados estudios de ictiología en la zona y facilitadas para este trabajo.

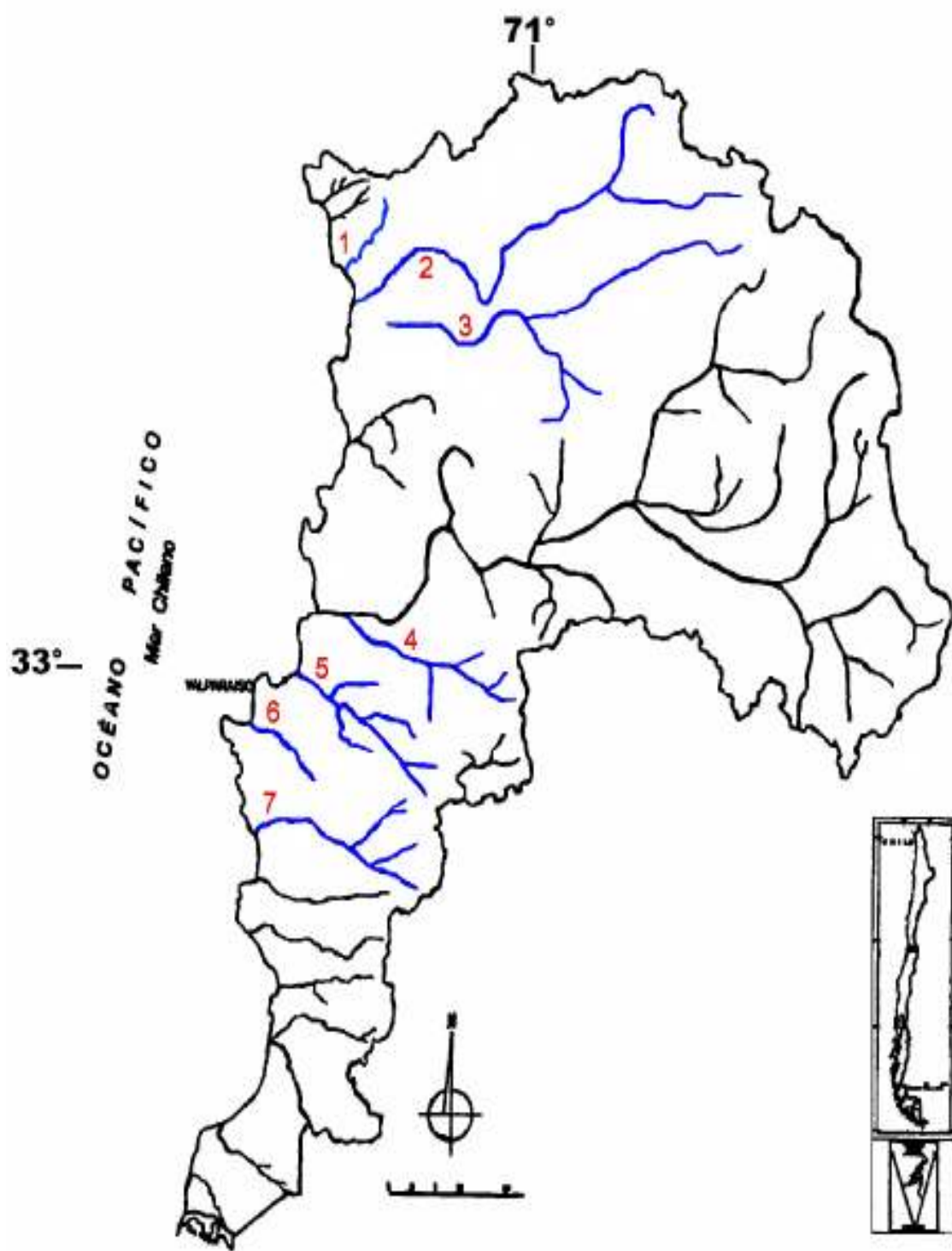
El material de peces capturados de los diferentes períodos de estudio y sus respectivos informes de terreno se encuentran formando parte de la colección de peces de agua continentales del Museo Historia Natural de Valparaíso.

### 7.1. Área de Estudio

Del total de 21 cuerpos de agua epicontinentales exorreicos en la V Región, se trabajó en siete ríos y esteros (Tabla 3 y Fig. 4). Estos cuerpos de agua muestreados, fueron definidos según a la bibliografía existente en cuanto a la presencia de peces de agua dulce a estudiar y en base a los parámetros ambientales que presentan en común cada lugar de estudio.

Tabla 3. Ríos, esteros y sus coordenadas

CUERPO DE AGUA	COORDENADAS	
	S	W
(1) Estero Guaquén	32° 16'	71° 28'
(2) Río Petorca	32° 22'	71° 25'
(3) Río La Ligua	32° 25'	71° 22'
(4) Estero Limache	32° 55'	71° 27'
(5) Estero Viña del Mar	33° 01'	71° 34'
(6) Estero El Sauce	33° 06'	71° 40'
(7) Estero Casablanca	33° 16'	71° 39'



1. E. Guaquén    2. R. Petorca    3. R. La Ligua    4. E. Limache    5. E. Viña del Mar  
 6. E. El Sauce    7. E. Casablanca

Figura 4. Cuenca y subcuenca hidrográfica de la V Región.

## 1. Estero Guaquén

Se establecieron tres zonas de muestreo que corresponden a sectores igualmente característico (Fig. 5). El primero de ellos está situado en la parte alta, justo debajo del puente caminero y de ferrocarril, llamada Estación Puente (E1), y en el otro extremo, corresponde a la zona en que el estero confluye a la laguna costera, llamada Estación Laguna (E3). Entre ambos puntos o zonas se estableció el sector medio de muestreo, llamada Estación Intermedia (E2), que esta a 150 metros, aproximadamente, más debajo que E2.

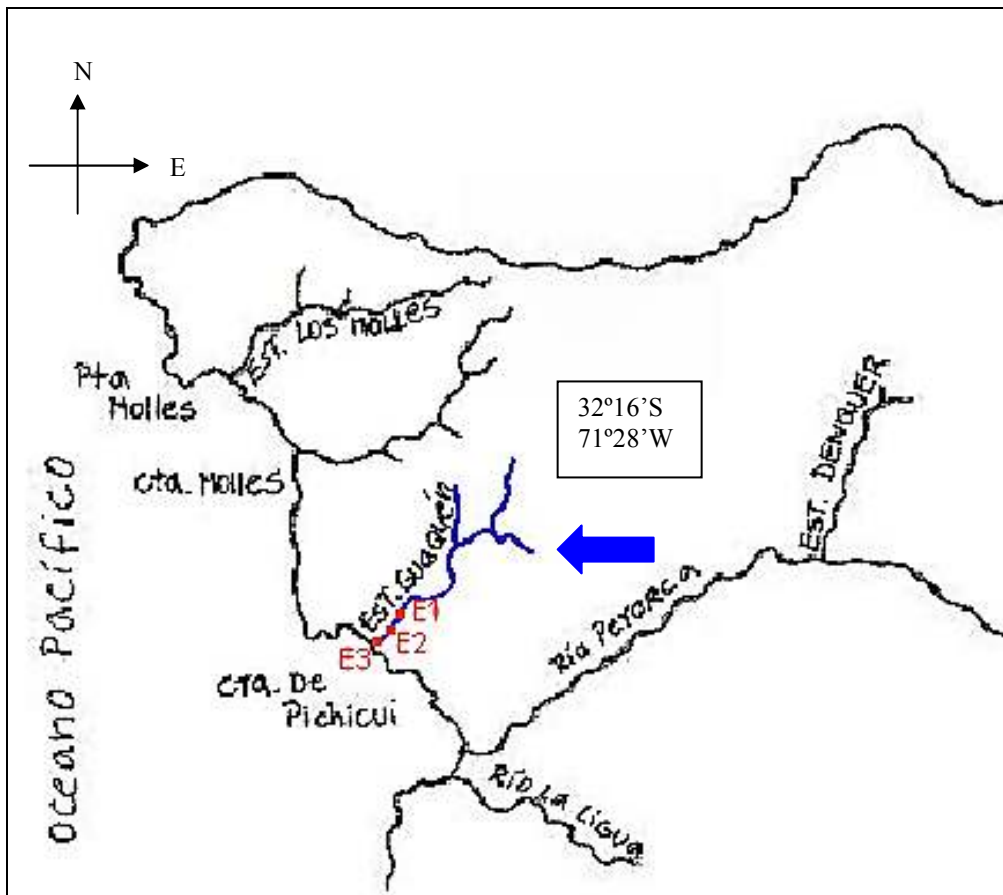


Figura 5. Mapa físico del estero Guaquén e identificación de las estaciones.

## 2. Río Petorca

Se muestrearon en siete estaciones, comenzando por la parte más alta a la que fue posible llegar del río, en el Sobrante, hasta la desembocadura (Tabla 4 y Fig.6). El área de estudio fue elegida en consideración a las facilidades del acceso y la maniobra del arte de pesca utilizada.

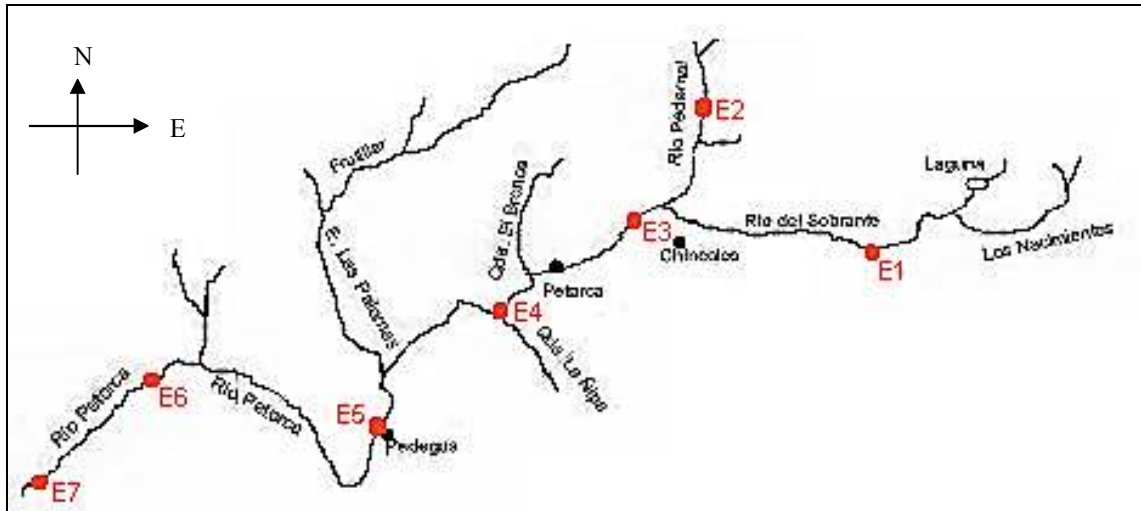


Figura 6. Esquema del río Petorca con sus siete estaciones.

En la tabla 4 se especifica la altitud a la que se encuentra cada estación. Como es posible apreciar la altitud de las estaciones fue decreciendo hasta finalizar en la estación siete (E7), en la desembocadura del río, a 4 m.s.m.

Tabla 4. Identificación de las estaciones de muestreo y sus altitudes en el curso del río Petorca.

ESTACIÓN	LOCALIDAD	ALTITUD (m.s.m)	POSICIÓN	
			Este	Norte
E1	Río del Sobrante	1028	336642	643282
E2	Río Pedernal	828	330330	644257
E3	Chincolco	634	325681	643463
E4	Qda. La Ñipa	421	312620	642711
E5	Pedegua	273	305117	641903
E6	Desembocadura (Alto)	17	280318	641749
E7	Desembocadura (Bajo)	4	274742	641253

### 3. Río La Ligua

Fue muestreado en dos estaciones: Puente Pullalli (E1) y Desembocadura (E2) (Fig. 7). En el Puente Pullalli ( $32^{\circ}25'28''$  S;  $71^{\circ}40'35''$  W), uno de los brazos del río La Ligua es atravesado por la Ruta 5. En la estación de desembocadura, el punto de estudio ( $32^{\circ}25'28''$  S;  $71^{\circ}22'58''$  W), se ubica unos 200 m. antes de la misma desembocadura.

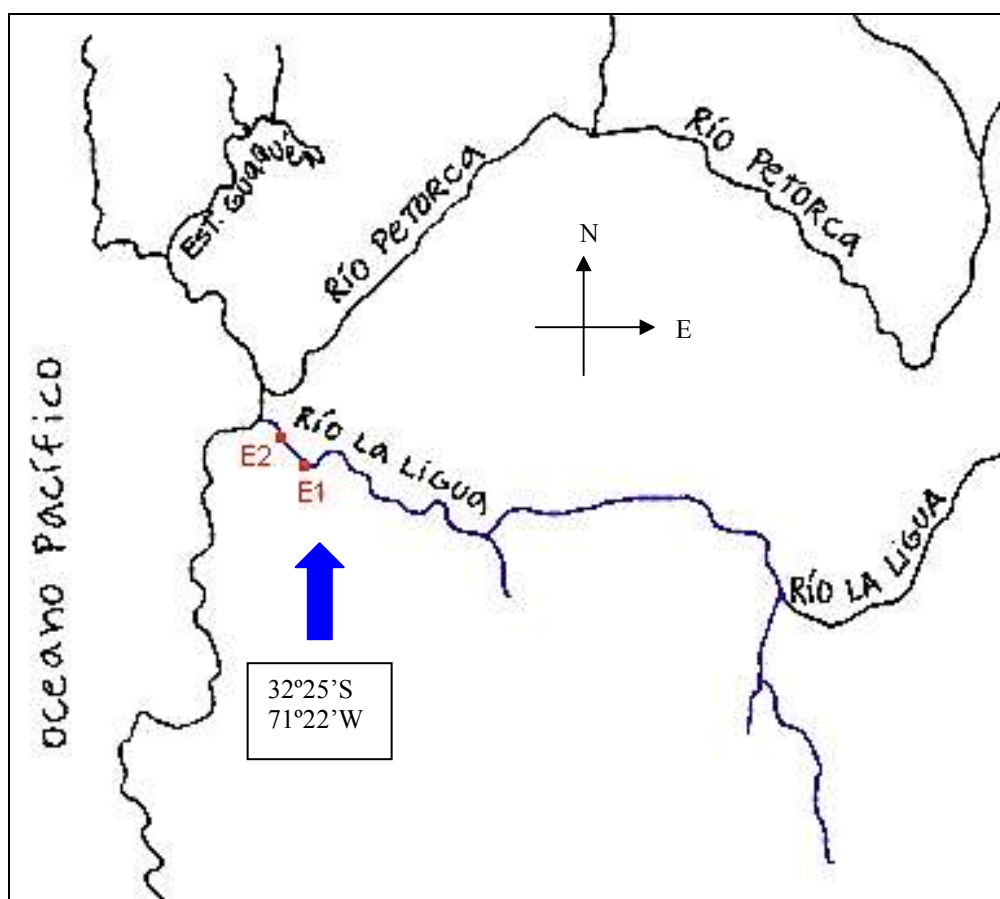


Figura 7. Mapa físico del río La Ligua e identificación de las estaciones.

#### 4. Estero Limache

Sobre el estero Limache se eligieron dos sectores, en la parte baja (E2), que corresponde al sector de Colmo ( $32^{\circ}55' S$ ;  $71^{\circ}27' W$ ) y otra parte alta (E1), Los Chaparros ( $33^{\circ}00' S$ ;  $71^{\circ}16' W$ ) por arriba de la ciudad de Limache, paradero 4 (Fig. 8). El área de estudio fue elegida en consideración a las facilidades del acceso y maniobras de las artes de pesca utilizadas.

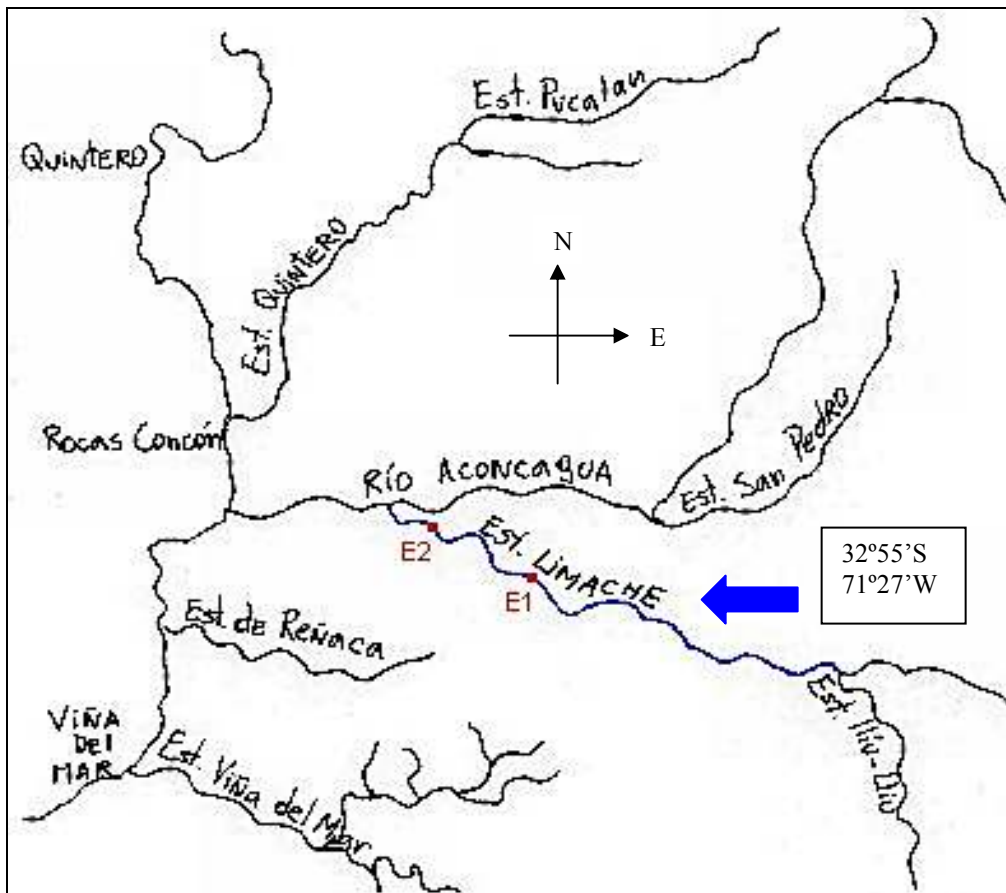


Figura 8. Mapa físico del estero Limache e identificación de las estaciones.

## 5. Estero Viña del Mar

Se establecieron diez estaciones de muestreo, en aproximadamente 11.3 Km. a lo largo del Estero (Fig. 9). En la selección de los sitios de estudios se consideraron las facilidades de acceso, de maniobra de las artes de pesca a utilizar y la presencia de factores de amenaza al curso de agua (Tabla 5).

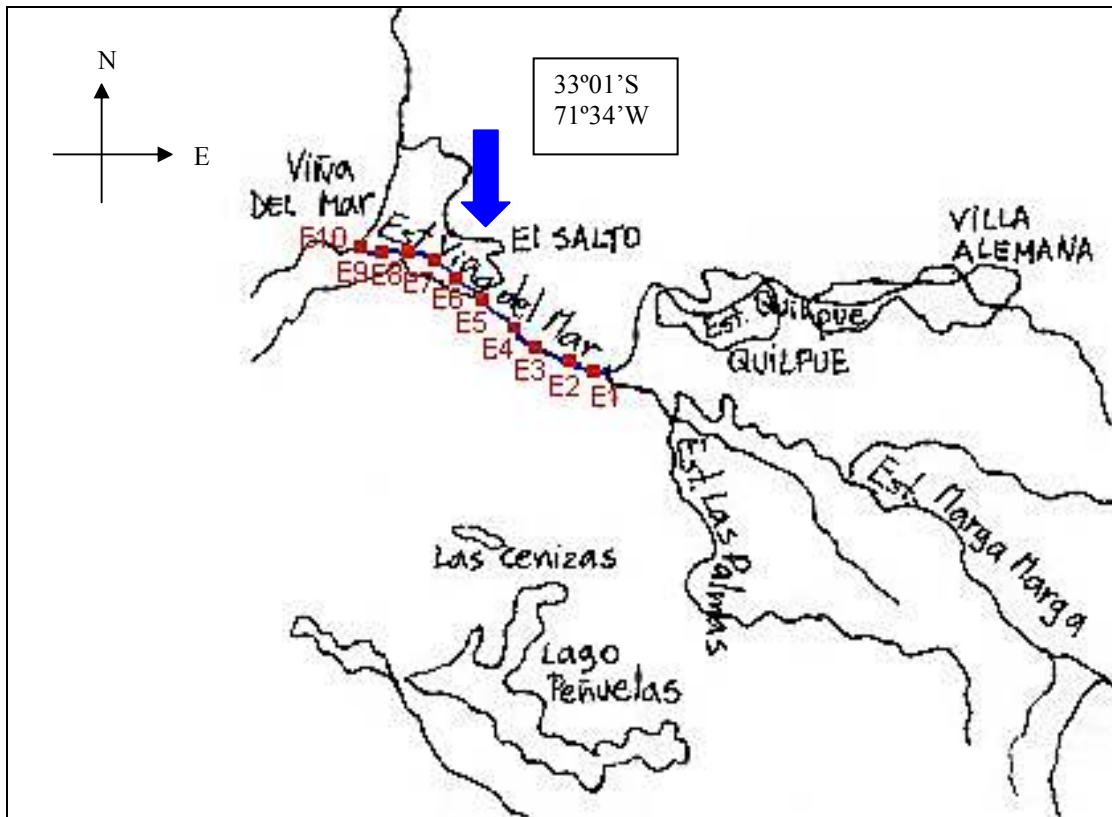


Figura 9. Mapa físico del estero Viña del Mar e identificación de las estaciones.

Tabla 5. Identificación de las estaciones de muestreos en el curso del estero Viña del Mar.

ESTACIÓN	LOCALIDAD
E1	Puente Las Cucharas (Sector Alto)
E2	Puente Las Cucharas (Sector Bajo)
E3	Puente El Olivar
E4	Puente Vía Las Palmas
E5	Sector Limonares
E6	Puente Ocoa
E7	Puente Mercado
E8	Puente Libertad
E9	Puente Villanelo
E10	Puente Marina

## 6. Estero El Sauce

Se eligieron dos sectores, en la parte baja (desembocadura), corresponde al sector de La Laguna Verde y otra parte alta, es el sector de Las Cenizas (Fig. 10). El área de estudio fue elegida en consideración a la maniobra del arte de pesca utilizada.

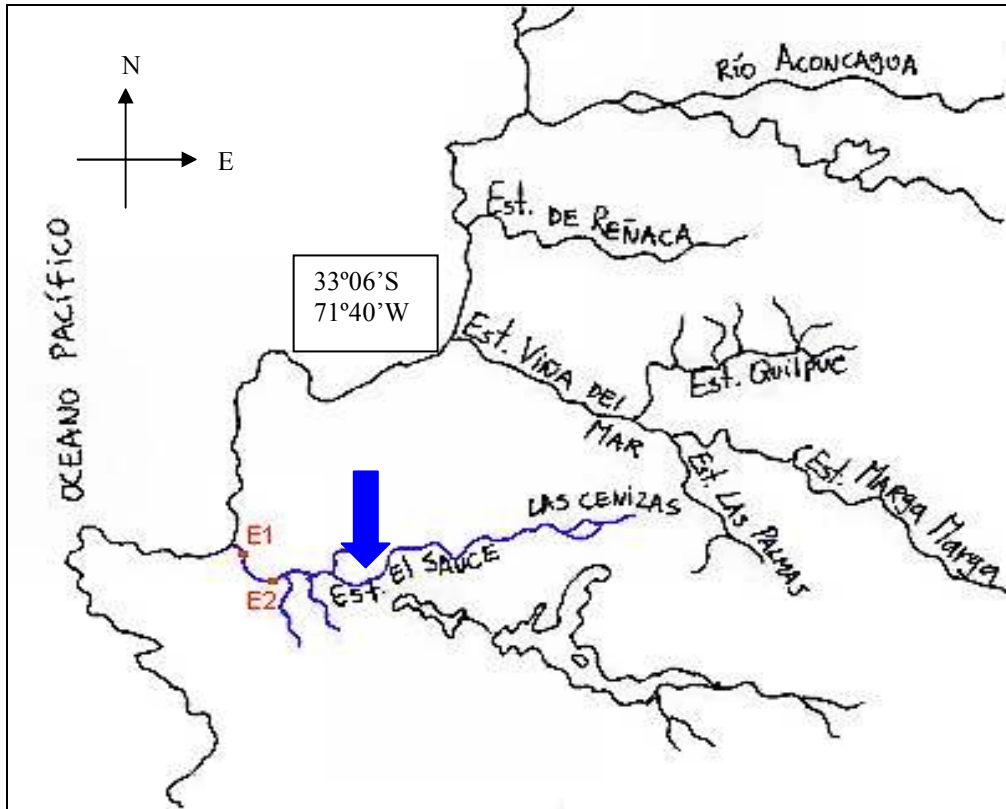


Figura 10. Mapa físico del estero El Sauce e identificación de las estaciones.

## 7. Estero Casablanca.

Fue muestreado en el sector de Tunquén en sus 750 m. finales, antes de desembocar al mar. El estero fue estudiado en tres puntos: Puente (E1), corresponde al sector aledaño al camino; parte Intermedia (E2), situada 300 metros más abajo del punto anterior y Laguna (E3), área que corresponde al sector en donde el estero confluye con la laguna costera (Fig. 11).

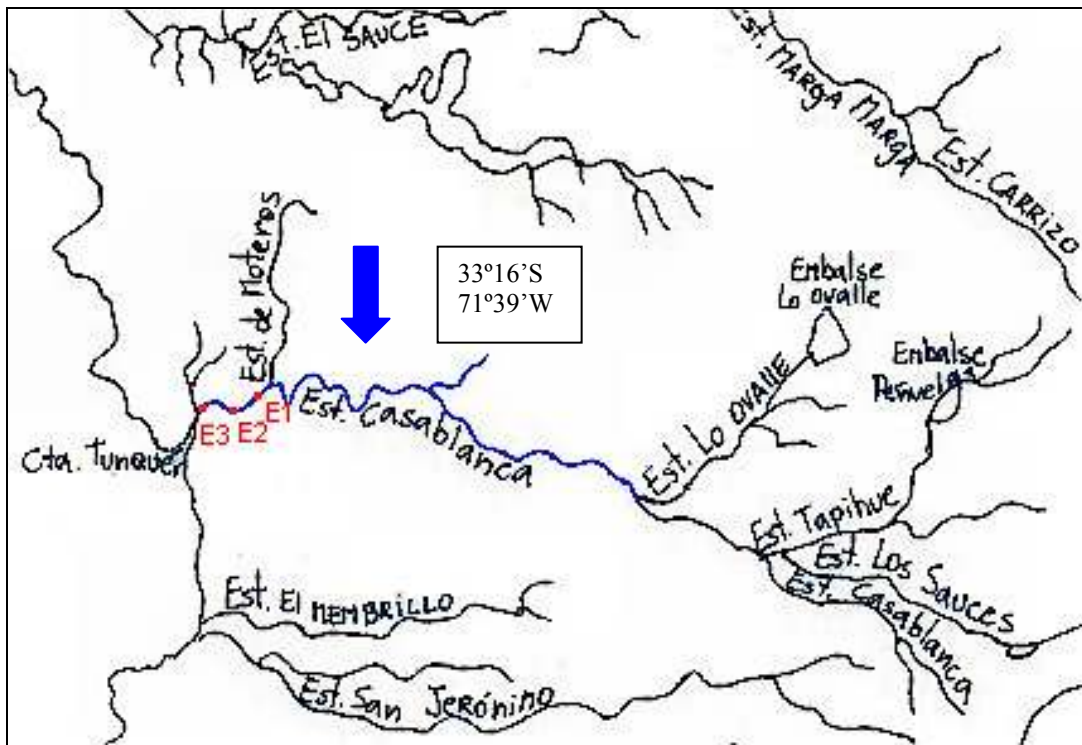


Figura 11. Mapa físico del estero Casablanca e identificación de las estaciones.

## 7.2. Análisis

### 7.2.1. Obtención y Preservación de Muestras

Los muestreos se efectuaron durante las temporadas de primavera y verano entre los años 1998 y 2003. En cada ocasión se recolectaron los peces en los ríos y esteros mediante dos artes de pesca, que fueron las siguientes:

#### 1) Manual

Se práctico este tipo de arte en el río Petorca y en los estero de Limache y el Sauce. La que consiste en la captura de los peces utilizando mallas o redes y chinguillos. El enmalle se produce por el choque del pez con la red, que introduce la cabeza pero no consigue atravesar el tronco quedando encajado en esta. Para esta acción las redes fueron colocadas en todos los casos en todo lo ancho de los cuerpos de agua, las que se revisaban cada dos a tres horas (Fig. 12). En la acción realizada por el chinguillo fue para la captura de peces pequeños como la gambusia en las riberas de poca profundidad. (Fig. 13) También se empleo para la recolección de peces que flotaban al ser afectados por la corriente eléctrica suministradas al medio con el objeto de capturarlas.



Figura 12. Red de tipo “agallera”



Figura 13. Red de tipo “chinguillo”

## 2) Eléctrica

Se utilizó dos equipos de pesca eléctrica: El primer equipo constaba de un generador portátil industrial Plus de 220 voltios con dos salidas. Una de ellas conectadas a un ánodo de aproximadamente 30 cm. de diámetro, el se colocó directamente en el agua, mientras que la segunda salida fue montada en un electrodo móvil de 60 metros de cable libre. Con este equipo se muestrearon los esteros Guaquén, Limache y Viña del Mar.

El segundo equipo utilizó un grupo electrógeno de 200 voltios, con dos salidas (ánodo y cátodo). En dicha actividad trabajaron tres personas, una en el motor y dos en el agua (una se encargó del electrodo y la otra del chinguillo). Todas estas personas estuvieron dotadas de trajes aislantes, botas y guantes de goma. Se ocupó este equipo para la captura de peces en el río La Ligua y estero Casablanca.

Luego de la separación y envasado de los ejemplares capturados, siguiendo la literatura disponible, las muestras fueron fijadas y conservadas en frascos de vidrio con formalina al 10%, y mantenidos en alcohol al 40% en el Museo Historia Natural de Valparaíso, las cuales están debidamente etiquetadas, señalando fecha y lugar de captura.

Con el fin de describir a los ríos y esteros muestreados en cuanto a las características físicas y químicas del agua, se realizaron monitoreos de los parámetros físico-químico durante los diferentes períodos de estudio. Los parámetros utilizados en la característica de la calidad del agua fueron los siguientes: concentración de oxígeno, conductividad eléctrica, pH y sólidos disueltos totales. Cabe señalar que no todos los cuerpos de agua en estudio se realizaron las mediciones del parámetro sólidos disueltos, debido básicamente a la falta del instrumento en el momento del muestreo.

Los instrumentos utilizados para llevar a cabo las mediciones de los valores físico-químicos fueron los siguientes:

- Multiparámetro modelo Ph – EC – TDS meter HI 9811, Hanna Instruments.
- Conductímetro EijelKamp modelo HI76302 (rango de 0.0 a 1999.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).
- 55 Oxígeno Disuelto modelo 55 Dissolved Oxygen, Arquimed.
- Oxímetro digital YSI modelo 5775, serie 95J38714.

### 7.2.2. Análisis Experimental

En el laboratorio de Historia Natural de Valparaíso se encuentra el material de peces capturados durante los distintos muestreos hechos en los siete cuerpos de agua, en donde fueron debidamente identificados. A las especies de peces seleccionadas para este trabajo se contabilizó el número de ejemplares capturados y, a cada uno de estos se les tomó las siguientes medidas morfométricas. (Fig. 14)

- Longitud Total (LT): corresponde a la distancia desde el rostro del pez hasta la proyección de ambos lóbulos de la aleta caudal plegados, esta medida se realizó en milímetros mediante un ictiómetro convencional con un nivel de precisión de 0.1 milímetros.

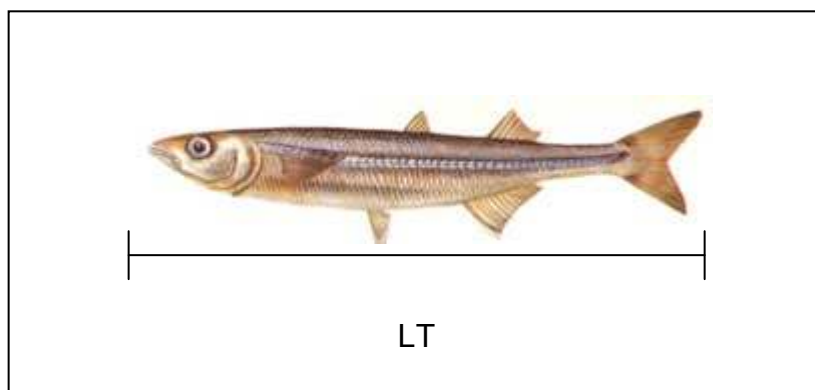


Figura 14.

- Peso (W): éste se midió en base al cuerpo total del pez por medio de una balanza analítica con un nivel de precisión de 0.01 gramos.

Una vez medido y pesado los peces se prosiguió al primer análisis tipo estadístico que se hizo previo al cálculo de la relación talla-peso y el factor de condición. Éste corresponde a un Análisis de varianza Multivariante (MANOVA), que es una generalización del análisis de varianza univariado (ANOVA), utilizado para comparar las medidas de varias poblaciones y siempre que se estén comparando entre sí dos o más grupos de variables (Johnson, 2002). El propósito de ocupar esta técnica es distinguir si existen diferencias en las variables peso (W) o longitud total (LT) de los peces, de acuerdo entre las estaciones de muestreos hechas en los distintos cuerpos de agua. Para este análisis se utilizó un Análisis de Varianza Bivariante a un criterio de clasificación (MANOVA One-Way, ver apéndice A) con un nivel de significación del 5%, a través del programa estadístico SSPS. Para determinar qué variable(s) difiere(n), se utiliza los Intervalos de Confianza Simultáneos conforme a un 95% de confianza (apéndice A), donde se agrupan todos los datos morfométricos medidos de cada especie en las estaciones que no detectaron diferencias respecto al peso y longitud, calculando así, una sola relación talla-peso y factor K para cada cuerpo de agua. En los cuerpos de agua que se detectaron diferencias entre las estaciones respecto a las variables peso o longitud, el cálculo de su relación talla-peso y factor K se hizo para cada estación.

Luego el segundo análisis es determinar la relación talla-peso, que sirve para calcular el factor K de los ejemplares y así comparar el grado de robustez de las poblaciones de peces (dentro de una misma especie) en las distintas estaciones y cuerpos de agua.

Para el cálculo de la relación talla-peso se tomó las medidas corporales de los peces (LT y W) y se aplicó fórmula N° 2, 3 y 4, las que se han mencionado al inicio de este trabajo (Capítulo Marco Teórico).

Posteriormente se prueba si el “b” existente para cada relación es significativamente diferente o igual a 3, es decir, si el crecimiento en peso de los peces es de tipo isométrico o alométrico y para esto la hipótesis a probar es:

(Hipótesis 1)  $H_0: b - 3 = 0$       ∨       $H_1: b - 3 \neq 0$       (Hipótesis 2)

Si se prueba la hipótesis (1), el crecimiento en peso para la especie en estudio es de tipo isométrico, por el contrario si se acepta hipótesis (2), el crecimiento es de tipo alométrico.

Estas hipótesis son probadas mediante la aplicación del test de Student (t). Aceptándose (1) cuando “t observado” sea menor que el “t calculado”. El “t calculado” esta dado por la tabla de Students para un 95% de confianza, una significancia del 5% y con n – 2 grado de libertad.

Una vez resuelto el tipo de crecimiento del pez y la relación talla-peso, se procede a calcular el factor K utilizando la longitud promedio obtenidas de las muestras de cada estación, a través de la fórmula N° 5 definida por Le Cren (1951). Donde en caso de isometría y alometría se ocupó fórmula N° 6 y 7, respectivamente.

El tercer análisis es para determinar si las variables físico-químicas; concentración de oxígeno, conductividad, pH, sólidos disueltos o la interacción entre algunos de estos parámetros, influyen o inciden sobre el peso y la longitud de los peces **Basilichthys microlepidotus** y **Gambusia affinis** y, además determinar el grado de incidencia, de mayor a menor importancia, de los parámetros físico-químicos que resulten significativos sobre las medidas corporales de los peces. Para esto se utilizó un modelo de Regresión lineal múltiple Bivariante (apéndice B). Este análisis tiene por objeto predecir el comportamiento de un grupo de variables dependiente, a partir de un conjunto de variables independiente (Johnson, 2002). También se puede utilizar para evaluar el efecto de las variables independiente, sobre las variables dependientes. Este análisis se realizó en conjunto de todo los

datos morfométrico de cada especie, peso y longitud total, que representan el grupo de variables dependientes, con sus respectivos valores físico-químicos existentes en las estaciones y cuerpos de agua en el que fueron capturados los peces (grupo de variables independientes). Esta técnica se ocupó empleando el programa estadístico SSPS.

## 8. RESULTADOS

### 8.1. Descripción General de los Cuerpos de Agua

#### 1. Estero Guaquén

Se encuentra situado al noreste de la localidad de La Ligua a 115 Km. al norte de la ciudad de Valparaíso y próxima al límite regional con la IV Región (32°16' S; 71°28' W). Nace a partir de pequeñas quebradas y afluentes menores, y su curso corre a través de la quebrada homónima. Su extensión es de alrededor de 25 Km., corriendo de Este a Oeste (Aliaga & Da Venezia, 2003). Pertenece al tipo de torrentes de régimen pluvial de la zona semiárida de Chile, es un cuerpo de agua de tipo exorreico costero, al que se le suman afloramientos o vertientes de agua.

Durante el periodo de muestreo, las aguas de la estación E1 se caracterizaron por ser cristalinas, insípidas, inodoras (características organolépticas) y que transcurrieron lentamente. Las aguas de la estación E2, mantuvo las mismas características organolépticas que la anterior, salvo que presentó un ligero tinte más oscuro. El agua de la estación E3 fue más oscura que en la estación E2 y no presentó olor (Zunino *et al.*, 2000).



Figura 15. Laguna costera del estero Guaquén.

## 2. Río Petorca

Su cuenca se encuentra localizada en el extremo norte de la Región de Valparaíso. Está comprendida entre los paralelos 32°02'- 32°37' S y, los meridianos 71°25'- 70°27' W y posee una extensión de 2.699 Km<sup>2</sup> (Niemeyer y Cereceda, 1984). La cuenca se extiende entre la Cordillera de los Andes y las planicies litorales, donde se une formando una sola depresión con el valle y las terrazas del río La Ligua. El río Petorca se forma de la conjunción en la precordillera, en Chilcolco, del río Pedernal, que viene del norte, y del río del Sobrante, que proviene del oriente, desde la Cordillera de los Andes. El río se desarrolla con una pendiente media de 3,22% en dirección general al SW, desembocando en el mar después de un recorrido de 72 Km. o 112 Km. si se considera la prolongación del Sobrante. El régimen que presenta el Río es nivo-pluvial con su mayor caudal en primavera y sufre pronunciados estiajes.

La principal actividad económica de la cuenca es la agricultura. Sin embargo, debido al régimen nivo-pluvial del río, hay temporadas de exceso de agua e

inundaciones y temporadas de extrema sequía. A eso se agrega el estar considerada como “cuenca agotada”, lo que significa que no se pueden solicitar más derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas (Aliaga & Da Venezia, 2003).



Figura16. Desembocadura río Petorca.

### 3. Río La Ligua

Vecina a la anterior se desarrolla en la hoya del río La Ligua. Esta hoya hidrográfica se extiende entre los paralelos 31°14'-32°37' S y entre los meridianos 70°27'-71°25' W. Tiene una extensión de 1.900 Km<sup>2</sup> (Niemeyer y Cereceda, 1984). Se forma en la precordillera por la reunión del río Alicahue por el este y con el Cajón de Los Ángeles por el sur, cinco Kilómetros antes de Cabildo. Siendo su curso de sudeste a oeste, desemboca en el mar en el sector Salinas de Pullalli. Posee un régimen mixto.

El agua de la hoya del río La Ligua no presenta deficiencias para ningún uso, se considera de buena calidad para la agricultura. No se registran demandas actuales ni futuras de agua para la producción de energía, ni para el área industrial, pero si

hay demandas para el área minera como la Cía. Minera Cerro Negro, la Sociedad Legal Minera Las Cenizas Uno y al señor Emil Rausel (Aliaga & Da Venezia, 2003).

Zunino *et al.* (2001), describió las aguas del río La Ligua y, notó que el aspecto del agua en la estación E1 era cristalina asociado a una baja salinidad y que en toda el área presentó gran cantidad de basuras domiciliarias y de restos de la construcción del puente. En la estación E2, el color del agua la describió amarilla-cafesosa, bastante turbia, con pronunciado sabor salobre, provocado por la fuerte influencia de las corrientes marinas que ingresan bastante río arriba y que afectaba a la vegetación ribereña y, además presentaba los mismos residuos sólidos que la estación E1. Esta descripción fue realizada por el autor durante el periodo de muestreo.



Figura 17. Desembocadura río La Ligua.

#### 4. Estero Limache

Es considerado como un tributario o afluente digno del río Aconcagua. Se une a éste por la izquierda a solo 8 Km. del mar, en Concón Alto. Tiene cabeceras en la vertiente poniente de los cerros La Campana, quebrada Alvarado y Cajón de La Dormida con el nombre de estero Pelumpín. Más abajo bisecta la ciudad de Limache y sigue al oeste casi paralelo al curso del río Aconcagua. El desarrollo total del estero Limache desde el rincón mas alejado es de 50 Km. y la superficie de la hoya drenada asciende a 573 Km<sup>2</sup> (Niemeyer y Cereceda, 1984).

El estero Limache forma una típica hoya de régimen pluvial. Posee dos obras de regulación, el primero esta emplazado en uno de sus principales afluentes, cual es el estero Lliu-Lliu, y el segundo en el mismo estero Limache, con el nombre de embalse Los Aromos.

Durante al periodo de muestreo Baeza (1998) describió que las aguas del estero Limache, sector Los Chaparros (E1) era clara y se podía ver con bastante facilidad el fondo y los peces. En el sector Colmo (E2) el agua era turbia y con el fondo pedregoso, el área en general ha estado sometida a numerosos cambios antrópicos, dado que se extraen áridos y se estaban realizando movimientos de tierra en el estero mismo.

#### 5. Estero Viña del Mar

Se ubica en la localidad de Viña del Mar, y su recorrido atraviesa el sector céntrico de la ciudad. Tiene su origen en la confluencia de los esteros costeros Marga-Marga y Quilpue, 7 Km. aguas arriba de su base de equilibrio (Niemeyer y Cereceda, 1984). Este estero es alimentado por pequeños afluentes y vertientes. Tiene una extensión de 8 Km. aproximadamente, luego en dirección Oeste se dirige hacia al mar, donde su recorrido es interrumpido por una barrera de arena artificial, dando origen a un espejo de agua en el sector del Puente Marina. Posee un régimen básicamente pluvial (Aliaga & Da Venezia, 2003).

Sus características más definidas son el problema de la barra que genera una deposición importante de sedimentos en su desembocadura en la ciudad de Viña; y la insuficiencia de su cauce en la parte baja para contener los caudales de las crecidas extraordinarias.

El escaso recurso hidrológico se usa con fines de regadío en pequeña áreas. Cabe recordar que fue famoso por sus arenas auríferas y constituyó una de las primeras explotaciones iniciadas por los españoles en Chile.

Quiroz (1999) describió las aguas del estero Viña del Mar, las que durante su trayecto estuvo alterado por la presencia de pozones producto de la extracción de áridos. El curso de las aguas en las estaciones E7, E8, E9 y E10 se encontraron fuertemente alterado por la presencia de residuos flotantes visibles como botellas plásticas y bolsas, material en suspensión y descargas de agua domésticas, dándole un aspecto plumizo al agua.



Figura 18. Desembocadura del estero Viña del Mar.

## 6. Estero El Sauce

Se ubica al Sur de la ciudad de Valparaíso, corre a través de la comunidad de Placilla. Si bien tiene su origen en los embalses Las Cenizas y Los Perales, cuerpos de agua artificiales, recibe un aporte hídrico constante de pequeñas vegas, como sucede en el sector de Las Cenizas. Luego, casi en dirección Oeste, se dirige hacia Laguna Verde en donde desemboca en la Playa Grande. Su ladera Sur se encuentra poblada y presenta una barrera natural de arena, la que desaparece en invierno, cuando las crecidas de las aguas son abundantes. Tiene una extensión de 22 Km. aproximadamente. Se caracteriza por tener agua durante todo el año. Aunque en el verano su caudal es muy escaso, sobre todo en el entorno a la localidad de Placilla (Aliaga & Da Venezia, 2003).

Zunino (1999) describió que las aguas del estero El Sauce mostraban una gran cantidad de sólidos flotantes visibles por efecto del factor antrópico, debido a que sus estaciones de muestreos están cerca del área urbana de la localidad de Placilla.



Figura 19. Desembocadura estero El Sauce.

## 7. Estero Casablanca

Pertenece a la comuna de Casablanca, provincia de Valparaíso. Se ubica en la zona Sur de la V Región y desemboca en la localidad de Tunquén. Tiene su origen en la Cordillera de la Costa y se prolonga hasta las planicies litorales. El Estero Casablanca se origina en las proximidades del cerro Mauco con el nombre de Estero Mauco. A partir del tranque La Viñilla pasa a denominarse Casablanca. La dirección general del Estero es aproximadamente Este Sureste-Oeste Noroeste, desde su nacimiento hasta la localidad de Las Dichas.

Tiene una superficie de 623 Km<sup>2</sup>. y una longitud de 44 Km. aproximadamente en su eje mayor. Es de régimen pluvial, por lo que presenta variedad en su caudal. Confluyen en el estero Casablanca, el estero Los Sauces, provenientes del Embalse La Vinilla, el estero Tapihue, procedente del Embalse Perales, el estero Lo Ovale descendiente del Embalse con el mismo nombre y en su parte más baja recibe como tributario al estero de Moteros. Presenta una barrera natural de arena al final de su cauce, que separa a éste del mar, por lo que la llegada al mar no se lleva a cabo directamente sino, que a través de una filtración, formándose una laguna costera, la que presenta varios metros de profundidad en su parte media (Aliaga & Da Venezia, 2003).

El sector de Tunquén donde desemboca el estero, es un recinto privado, lo que permite que disminuya la acción antrópica en el lugar.



Figura 20. Desembocadura estero Casablanca.

## 8.2. Ejemplares y Parámetros Físico-Químicos Muestreados

Del material de peces de agua dulce colectados durante los diferentes períodos de muestreo en los siete cuerpos de agua dulce en estudio, sólo se seleccionó a las especies **Basilichthys microlepidotus** y **Gambusia affinis**, por ser las especies elegidas para este estudio y que en su captura se colectaron un total 1025 ejemplares, de los que 681 (66.4%) pertenecen a la especie nativa **B. microlepidotus** y 344 (33.6%) a la especie introducida **G. affinis**. (Tabla 6 y Fig. 21)

Tabla 6. Especies y número de peces colectados en los cuerpos de agua muestreados. **O**: Origen. **A**: Especie nativa. **I**: Especie introducida. **C1**: E. Guaquén. **C2**: R. Petorca. **C3**: R. Ligua. **C4**: E. Limache. **C5**: E. Viña del Mar. **C6**: E. El Sauce. **C7**: E. Casablanca.

	O	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	TOTAL	%
Familia Atherinidae <b>Basilichthys microlepidotus</b>	<b>A</b>	31	33	16	96	453	14	38	681	66.4
Familia Poeciliidae <b>Gambusia affinis</b>	<b>I</b>	14	10	116	151	20	28	5	344	33.6
<b>TOTAL</b>		45	43	232	247	473	42	43	<b>1025</b>	
<b>%</b>		4.4	4.2	12.9	24.1	46.1	4.1	4.2		<b>100</b>

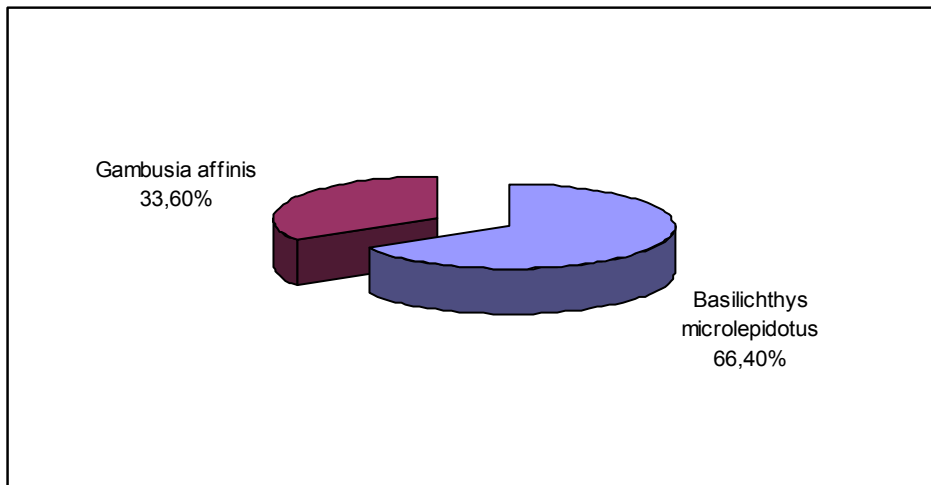


Figura 21. Porcentajes totales de peces capturados.

### 1. Estero Guaquén

Se capturaron 45 ejemplares de las dos especies en estudio, alcanzando el 4.4% del total de peces colectados de ambas especies, de los que 31 y 14 ejemplares corresponde a la especie **B. microlepidotus** y **G. affinis**, respectivamente. (Tabla 6)

**B. microlepidotus** sólo se reconoce su presencia en este estero en la estación 1, la que representa el 4.6% del total de individuos capturados de esa especie en todos los cuerpos de agua en estudio. (Tabla 7 y Fig. 22)

**G. affinis** también se reconoce su presencia en este estero sólo en la estación 1, la que representa al 4.1% del total de individuos capturados de esa especie. (Tabla 7 y Fig. 23)

Con respecto a los parámetros físico-químicos, se midieron en cada una de las estaciones tres parámetros; concentración de oxígeno, conductividad eléctrica y pH. (Tabla 7)

En los valores de oxígeno disuelto se puede observar que todas las mediciones sobrepasan los 5 (mg/L). Por lo tanto, las aguas se encontrarían bien oxigenadas,

siendo el valor más bajo 6.4 (mg/L) en la estación E3 y el más alto 8.6 (mg/L) en E2. (Tabla 7)

Los valores de conductividad para las estaciones del estero Guaquén fluctúan entre los 1.2 y los 14.5 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), donde aumenta abruptamente en la última estación E3. Por lo tanto, esta agua poseen una mineralización que varía de *moderada* (conductividad entre los 0.8 y 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a *excesiva* (conductividad  $>$  a 8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (MAPFRE, 1994). (Tabla 7)

Respecto a los valores de pH sólo una medición corresponde a un pH ácido (6.3) en E1, el resto de los valores se encontrarían dentro del rango 7.0 – 7.3 (pH básico). Por lo tanto, las aguas de este estero serían levemente alcalinas. (Tabla 7)

## 2. Río Petorca

Producto de la colecta de peces en las siete estaciones de muestreo se capturaron 43 ejemplares de las dos especies en estudio, alcanzando el 4.2% del total de peces de ambas especie, de los que 33 corresponde a **B. microlepidotus** y 10 a **G. affinis**. (Tabla 6)

**B. microlepidotus** se encontró en cuatro de las siete estaciones, representando el 4.8% del total de la muestra de esa especie (Fig. 22). En la estación E5 (Pedegua), se capturaron 22 ejemplares, siendo la estación mejor representada con un 3.2% del total de individuos, luego la estación E6 (desembocadura sector alto), se capturaron 6 ejemplares con un 0.9% del total, mientras que en las estaciones E7 (desembocadura sector bajo) y E3 (Chincolco) se capturaron 4 y un ejemplar con 0.6 y 0.1% del total de peces de esa especie, respectivamente. (Tabla 7)

**G. affinis** se encontró sólo en dos estaciones E6 y E7, que corresponden al sector bajo del río, las que representan al 2.9% del total de la muestra de esta especie

(Fig. 23). En la estación 6, se capturaron 9 ejemplares, siendo la estación mejor representada con un 2.6% del total de individuos, mientras que la estación E7, se colectó un solo ejemplar, siendo la peor representada con un 0.3% del total de la muestra de esa especie. (Tabla 7)

Con respecto a los parámetros físico-químicos, en cada una de las estaciones se midieron los cuatro parámetros; concentración de oxígeno, conductividad eléctrica, pH y sólidos disueltos (SD). (Tabla 7)

Todos los valores referente al oxígeno disuelto de las estaciones del río Petorca se encuentran sobre los 5 (mg/L), fluctuando entre los 5.35 – 9.84 (mg/L). Por lo tanto, las aguas de este río se encontrarían bien oxigenadas. (Tabla 7)

Los valores de conductividad para las estaciones del río Petorca fluctúan entre los 0.15 – 14.7 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), manteniéndose con valores muy bajo durante todo el recorrido del río y aumenta abruptamente en la última estación. Por lo tanto, esta agua poseen una mineralización que varía de *débil* (conductividad entre los 0.2 y 0.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a *excesiva* (conductividad > a 8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (MAPFRE, 1994). (Tabla 7)

Respecto a los valores de pH tres mediciones correspondería a un pH ácido (6.03, 6.63 y 6.3) el resto de los valores se encontrarían dentro del rango 7.07 – 7.63 (pH básico). (Tabla 7)

Los valores de sólidos disueltos (SD) para las estaciones del río Petorca fluctúan entre los 70 – 7360 (ppm), donde aumenta abruptamente en la última estación, correspondiente a la desembocadura, donde el agua del río se mezcla con agua de mar, contribuyendo la sal a la cantidad de sólidos disueltos. (Tabla 7)

### 3. Río La Ligua

Se logró capturar 132 ejemplares de las dos especies en estudio, los que corresponden al 12.9% del total de individuos de ambas especies, de los que 16 son **B. microlepidotus** y 116 **G. affinis**. (Tabla 6)

**B. microlepidotus** se reconoce su presencia sólo en la estación E1, Puente Pullalli, que representa el 2.3% del total de la muestra de esa especie. (Fig. 22)

**G. affinis** se encontró en las dos estaciones de muestreo, alcanzando el 33.7% del total de individuo de esa especie. (Fig. 23) En la estación E1, se capturaron 62 ejemplares, siendo la estación mejor representada con un 18%, mientras que la estación E2, sector desembocadura, se capturaron 54 ejemplares, siendo la estación peor representada con un 15.7% del total de peces de esa especie. (Tabla 7)

Con respecto a los parámetros físico-químicos, en cada estación se midieron tres parámetros; concentración de oxígeno, conductividad eléctrica y pH. (Tabla 7)

Los valores de oxígeno disuelto en las estaciones del río La Ligua se encuentran sobre los 5 (mg/L). Por lo tanto, las aguas de este río se encontrarían bien oxigenadas. (Tabla 7)

Los valores de conductividad para las estaciones del río La Ligua son de aguas clasificadas con una mineralización *débil* (conductividad entre los 0.2 y 0.8  $\mu\text{S/cm}$ ) en la estación E1 (0.5  $\mu\text{S/cm}$ ) y con una mineralización *moderada* (conductividad entre los 0.8 y 2  $\mu\text{S/cm}$ ) en la estación E2 (0.9  $\mu\text{S/cm}$ ) (MAPFRE, 1994). (Tabla 7)

Referentes a los valores de pH para las estaciones del río La Ligua correspondería a un pH básico (7.2 y 7.5). Por lo tanto, las aguas de este río serían levemente alcalinas. (Tabla 7)

#### 4. Estero Limache

Se colectaron 247 individuos de las dos especies, representando un 24.1% del total, de los que 96 corresponden a la especie **B. microlepidotus** y 151 a **G. affinis**. (Tabla 6)

**B. microlepidotus** se encontró en las dos estaciones de muestreo, las que representan al 14.1% del total de individuo de esa especie (Fig. 22). En la estación E1, sector Los Chaparros, fue la estación mejor representada, ya que se capturaron 69 ejemplares con un 10.1% del total, mientras que en la estación E2, sector Colmo, se colectaron 27 ejemplares, siendo la menos representada con un 4% del total de individuos de esa especie. (Tabla 7)

**G. affinis** se encontró en las dos estaciones de muestreo, representando el 43.9% del total de la especie (Fig. 23). La estación mejor representada corresponde a la estación E2, encontrándose 146 ejemplares, alcanzando el 42.4% del total de individuo, mientras que la estación E1, se capturaron sólo cinco ejemplares, siendo la estación peor representada con 1.5 del total de individuos de esa especie. (Tabla 7)

Con respecto a los parámetros físico-químicos, se midieron en las dos estaciones los cuatro parámetros; concentración de oxígeno, conductividad eléctrica, pH y sólidos totales disueltos. (Tabla 7)

Los valores de oxígeno disuelto para las estaciones del estero Limache superan los 5 (mg/L), por lo que estas aguas de este estero se encontrarían bien oxigenadas.

Los valores de conductividad para las estaciones del estero Limache serían de 0.46 y 0.68  $\mu\text{S/cm}$ , estaciones E1 y E2, respectivamente. Por lo tanto estas aguas poseen una mineralización *débil* (conductividad entre los 0.2 y 0.8  $\mu\text{S/cm}$ ) (MAPFRE, 1994). (Tabla 7)

Referentes a los valores de pH para las estaciones del estero Limache correspondería a un pH ácido (6.06 y 5.98). Por lo tanto, las aguas de este río serían levemente ácidas. (Tabla 7)

Los valores de sólidos disueltos (SD) para las estaciones del estero Limache son de 321 y 453 ppm, que corresponde a las estaciones E1 y E2, respectivamente. (Tabla 7)

## 5. Estero Viña del Mar

Se colectó en las diez estaciones de muestreos un total de 473 ejemplares de las dos especies en estudio, que representan el 46.1% del total de peces, de los que 453 y 20 corresponden a **B. microlepidotus** y **G. affinis**, respectivamente. (Tabla 6)

**B. microlepidotus** se encontró en siete de diez estaciones, representando el 66.5% del total de esa especie (Fig. 22). Se presentó en pequeños cardúmenes, en sectores de poca profundidad. En la estación E1, Puente Las Cucharas (sector alto), se capturaron 182 ejemplares, siendo la estación mejor representada con un 26.7%, mientras que en la estación E3, Puente el Olivar, se colectó solo un ejemplar, siendo la menos representada con un 0.1% del total de individuos de esa especie. (Tabla 7)

**G. affinis** se encontró sólo en dos estaciones, las que representan el 5.8% del total de la especie (Fig. 23). Estos individuos se encontraron en las estaciones Puente Las Cucharas (sector alto y bajo). En la estación E1, Pte. Las Cucharas (sector alto), se capturaron 15 ejemplares, siendo la estación mejor representada con un 4.4% del total de individuos, mientras que la estación E2, Pte. Las Cucharas (sector bajo), se capturaron sólo cinco, con un 1.4% del total de individuos de esa especie. (Tabla 7)

Con respecto a los parámetros físico-químicos, se midieron en todas las estaciones los tres parámetros; concentración de oxígeno, conductividad eléctrica y pH y, sólo en algunas estaciones se midieron los sólidos disueltos, en las estaciones E3, E6, E7, E8, E9 y E10. (Tabla 7)

Referentes a los valores de oxígeno disuelto en las estaciones del estero Viña del Mar cuatro mediciones no superan los 5 (mg/L) las que fluctúan entre los 3.65 – 4.9 mg/L, por lo tanto, las aguas de éstas estaciones se encontrarían en los límite más mínimo para sustentar la vida de los peces durante un período de tiempo prolongado. (En: Reichenbach-Klinke, 1980). El resto de los valores se encontrarían dentro del rango 5.1 – 6.7 mg/L que sobrepasan los 5 (mg/L), por lo tanto, las aguas de estas estaciones se encontrarían bien oxigenadas. (Tabla 7)

Los valores de conductividad para las estaciones del estero Viña del Mar fluctúan entre los 0.55 – 1.82 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), siendo el 0.55 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) la moda. Por lo tanto, esta agua poseen una mineralización que varía de *débil* (conductividad entre los 0.2 y 0.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a una mineralización que varía de *moderada* (conductividad entre los 0.8 y 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (MAPFRE, 1994). (Tabla 7)

En las estaciones del estero Viña del Mar el pH fluctúa entre los valores 7.5 – 8.0, siendo el 7.5 la moda. Por lo tanto, las aguas serían levemente alcalinas. (Tabla 7)

Los valores de sólidos disueltos (SD) para las estaciones del estero Viña del Mar fluctúan entre los 473 – 1288 (ppm), donde aumenta abruptamente en la última estación E10. (Tabla 7)

## 6. Estero El Sauce

Se capturaron 42 ejemplares de las dos especies en estudio, alcanzando el 4.1% del total de peces, de los que 14 corresponden a la especie **B. microlepidotus** y 28 a **G. affinis**. (Tabla 6)

**B. microlepidotus** se encontró en las dos estaciones de muestreo, alcanzando sólo el 2.1% del total de esa especie (Fig. 22). En la estación E1, sector alto, se capturaron 6 ejemplares, siendo la estación peor representada con un 0.9% del total de la especie, mientras que la estación E2, sector desembocadura, se capturaron 8 ejemplares, siendo la estación mejor representada con un 1.2% del total de individuos de esa especie. (Tabla 7)

**G. affinis** se reconoce su presencia sólo en la estación E2, la cual representa el 8.1% del total de individuo de esa especie. (Fig. 23)

Con respecto a los parámetros físico-químicos, en cada estación se midieron tres parámetros; concentración de oxígeno, conductividad eléctrica y pH. (Tabla 7)

Referentes a los valores de oxígeno disuelto de las estaciones del estero El Sauce, estos se encuentran bajo los 5 (mg/L). Por lo tanto, las aguas de este estero se encontrarían en los límites más mínimo para sustentar la vida de los peces durante un período de tiempo prolongado (En: Reichenbach-Klinke, 1980). (Tabla 7)

Los valores de conductividad para las estaciones del estero El Sauce son de aguas clasificadas con una mineralización *débil* (conductividad entre los 0.2 y 0.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en la estación E1 (0.56  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y con una mineralización *moderada* (conductividad entre los 0.8 y 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en la estación E2 (0.85  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (MAPFRE, 1994). (Tabla 7)

Los valores de pH para las estaciones del estero El Sauce corresponderían a un pH ácido (6.89). Por lo tanto, las aguas de este río serían levemente ácidas. (Tabla 7)

## 7. Estero Casablanca (Tunquén).

Se colectó en las tres estaciones de muestreo un total de 43 ejemplares de las dos especies en estudio, alcanzando 4.2% del total de peces, donde 38 y 5 corresponden a las especies **B. microlepidotus** y **G. affinis**, respectivamente. (Tabla 6)

**B. microlepidotus** se encontró en dos de las tres estaciones de muestreo, las que representan el 5.6% del total de individuos de esa especie (Fig. 22). En la estación E2, zona media, se capturaron 7 ejemplares, siendo la estación peor con 1% del total de la especie, mientras que en la estación E3, zona baja, se capturaron 31 ejemplares, que corresponde a la estación mejor representada con 4.6% del total de esa especie. (Tabla 7)

**G. affinis** se reconoce su presencia sólo en la estación E2, sector desembocadura del estero, alcanzando 1.5% del total de individuos de esa especie. (Fig. 23)

Con respecto a los parámetros físico-químicos, en cada estación se midieron tres parámetros; concentración de oxígeno, conductividad eléctrica y pH. (Tabla 7)

Los valores de oxígeno disuelto en las estaciones del estero Casablanca se encuentran sobre los 5 (mg/L). Por lo tanto, las aguas de este río se encontrarían bien oxigenadas. (Tabla 7)

Los valores de conductividad para las estaciones del estero Casablanca fluctúan entre los 0.3 – 1.2 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Por lo tanto, esta agua poseen una mineralización que varía de *débil* (conductividad entre los 0.2 y 0.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a *moderada* (conductividad entre 0.8 – 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (MAPFRE, 1994). (Tabla 7)

Los valores de pH en las estaciones del estero Casablanca fluctúan entre los 7.03–7.64. Por lo tanto, las aguas serían levemente alcalinas. (Tabla 7)

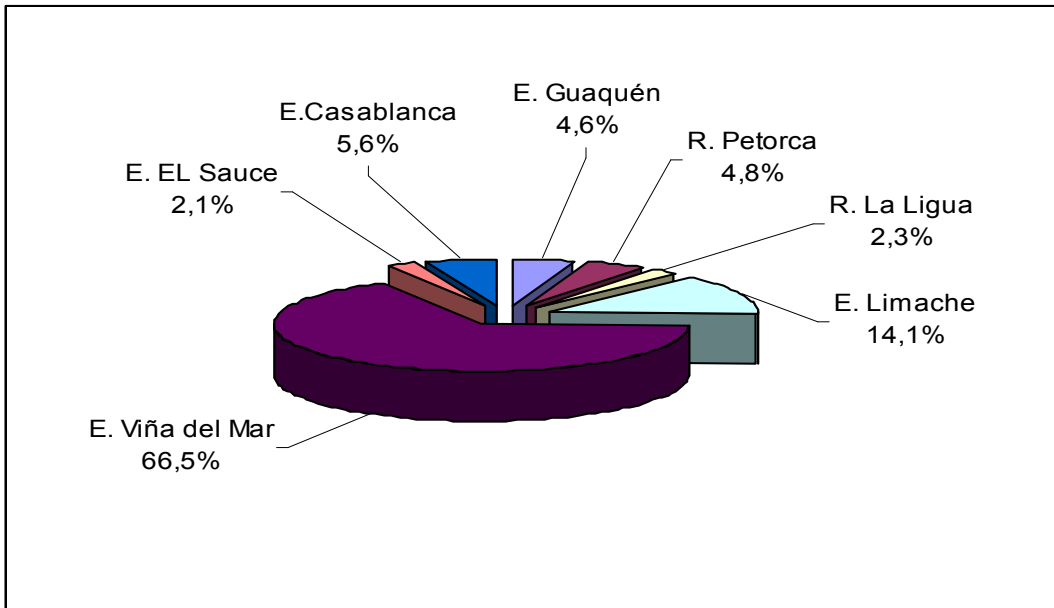


Figura 22. Distribución **Basilichthys microlepidotus** en los cuerpos de agua.

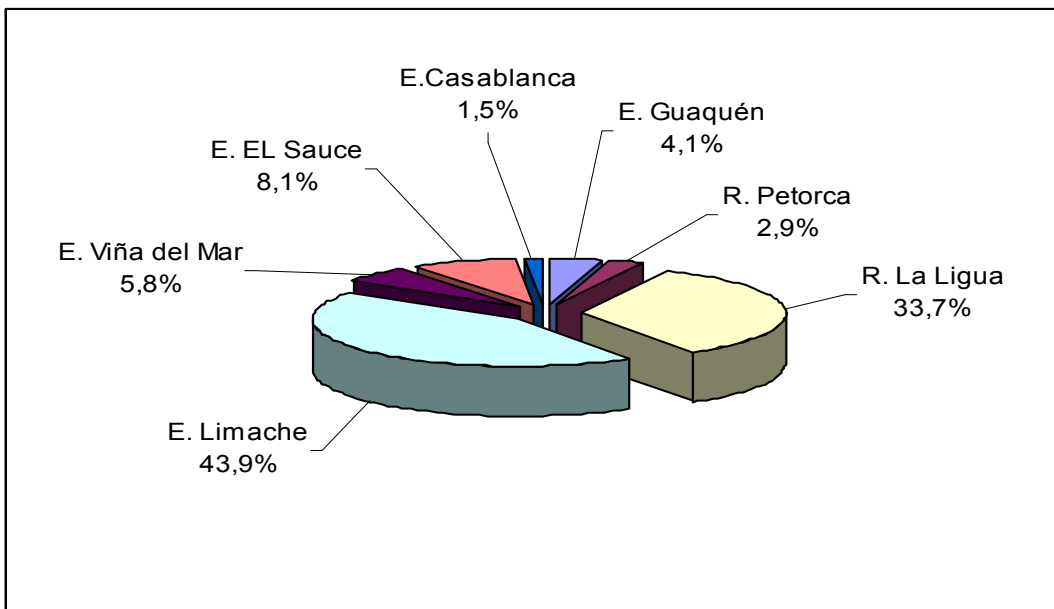


Figura 23. Distribución **Gambusia affinis** en los cuerpos de agua.

Tabla 7. Número de ejemplares de **B. microlepidotus** y **G. affinis** y, parámetros físico-químicos muestreados en cada estación de los distintos cuerpos de agua estudiados. (\*): No hay registro. (-): No se capturaron peces.

Cuerpos de agua y estaciones	Especie y Parámetros		B. microlepidotus	%	G. affinis	%	O <sub>2</sub> disuelto (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	pH	SD (ppm)
E. Guaquén	E1		31	4.6	14	4.1	7.2	1.2	6.3	*
	E2		-	-	-	-	8.6	1.6	7.0	*
	E3		-	-	-	-	6.4	<b>14.5</b>	7.3	*
R. Petorca	E1		-	-	-	-	5.96	0.15	7.6	70
	E2		-	-	-	-	6.21	0.33	7.07	160
	E3		1	0.1	-	-	5.35	.43	<b>6.03</b>	220
	E4		0	-	-	-	5.72	0.47	<b>6.63</b>	280
	E5		22	3.2	-	-	7.43	0.63	7.63	280
	E6		6	0.9	9	2.6	6.74	0.75	7.1	380
	E7		4	0.6	1	0.3	9.84	<b>14.7</b>	<b>6.3</b>	<b>7360</b>
R. La Ligua	E1		16	2.3	62	18	6.7	0.5	7.2	*
	E2		-	-	54	15.7	5.7	0.9	7.5	*
E. Limache	E1		69	10.1	5	1.5	7.7	0.46	<b>6.06</b>	321
	E2		27	4	146	42.4	6.65	0.68	<b>5.98</b>	453
E. Viña del Mar	E1		182	26.7	15	4.4	6.7	0.55	7.5	*
	E2		106	15.6	5	1.4	6.7	0.55	7.6	*
	E3		1	0.1	-	-	<b>4.9</b>	0.63	7.7	473
	E4		-	-	-	-	*	*	*	*
	E5		14	2.1	-	-	6.7	0.6	7.5	*
	E6		-	-	-	-	<b>3.65</b>	0.7	7.8	491
	E7		-	-	-	-	5.1	0.55	7.6	500
	E8		40	5.9	-	-	<b>3.75</b>	0.69	7.5	479
	E9		15	2.2	-	-	<b>4.0</b>	0.73	7.7	510
	E10		95	13.9	-	-	8.7	1.82	8.0	<b>1288</b>
E. El Sauce	E1		6	0.9	-	-	<b>3.6</b>	0.56	<b>6.89</b>	*
	E2		8	1.2	28	8.1	<b>4.3</b>	0.85	<b>6.89</b>	*
E. Casablanca	E1		-	-	-	-	6.8	0.3	7.03	*
	E2		7	1	-	-	6.4	0.4	7.25	*
	E3		31	4.6	5	1.5	6.0	1.2	7.64	*
<b>TOTAL</b>			681	100	344	100				

### 8.3. Morfometría

#### 1. Estero Guaquén

De acuerdo a los valores estadísticos descriptivos corporales, **B. microlepidotus** presentó en este estero un valor promedio para su longitud total (LT) de 107.8 mm. en la estación E1, Puente Caminero. El peso (W) presentó un valor promedio de 12.91 gr. en esta misma estación. (Tabla 8)

**G. affinis** presentó un valor promedio para su longitud total de 30.5 mm. y un valor promedio para su peso de 0.36 gr. (Tabla 9)

#### 2. Río Petorca

En el río Petorca los valores estadísticos corporales de **B. microlepidotus** en la estación E5, presentó el valor promedio más alto para su longitud total (LT) con 37.3 mm., mientras que la estación E6, presentó el valor promedio más bajo con 21.33 mm. El peso (W) presentó en las estaciones E6 y E7 los valores más bajos, con 0.09 y 0.12 gr., respectivamente, mientras que las estaciones E3 y E5 presentaron valores relativamente constante de 0.75 y 0.68 gr. (Tabla 8)

Con respecto a los valores estadísticos corporales de **G. affinis**, presentó un valor promedio para su longitud total de 25 mm. y un valor promedio para su peso de 0.24 en la estación E6. (Tabla 9)

#### 3. Río La Ligua

Los valores estadísticos corporales de **B. microlepidotus** en el río La Ligua para el promedio de su longitud total (LT) es de 45.1 mm. y el valor promedio de su peso (W) es de 0.85 gr. (Tabla 8)

En el río La Ligua, **G. affinis** presentó el valor promedio para su longitud total (LT) más alto en la estación E1 de 26.8 mm., al igual que el peso que presentó un valor promedio de 0.22 gr. para la misma estación. (Tabla 9)

#### 4. Estero Limache

Los valores estadísticos corporales de **B. microlepidotus** en el estero Limache presentó una marcada división en los valores promedio de la longitud total (LT) entre las dos estaciones, así la estación E1 presentó el valor promedio más alto de 69.8 mm. y la estación E2 la del valor más bajo con 37.1 mm. (Tabla 8). El peso (W) también presentó valores promedios bastantes distintos entre las estaciones, siendo la estación E1 la que nuevamente presentó el valor más alto con 3.49 gr. y la estación E2 con el valor promedio más bajo de 0.55 gr. (Tabla 8)

Con respecto a los valores estadísticos corporales de **G. affinis** en el estero Limache, presentó en la estación E1 el valor más alto para su longitud promedio de 31.6 mm., al igual que el peso que presentó un valor promedio de 0.56 gr. en la misma estación. (Tabla 9)

#### 5. Estero Viña del Mar

**B. microlepidotus** presentó una longitud total (LT) en los valores promedio constante en la mayoría de las estaciones del estero Viña del Mar, con valores que fluctuaron entre los 45.6 y 51.6 mm., siendo la estación E5 la que se alejó con un valor promedio de 51.6 mm. (Tabla 8). El peso (W) presentó en las estaciones E9 y E10 los valores más bajos, con 0.85 y 0.97gr., respectivamente, mientras que las estaciones E2 y E8 presentaron valores relativamente constantes de 1.73 y 1.63 gr. La estación 5, fue la estación con el valor promedio más alejado con 2.65 gr. (Tabla 8)

Los valores estadísticos corporales de **G. affinis** en el estero de Viña del Mar, presentó el valor promedio más alto para su longitud total en la estación E2,

Puente Las Cucharas, sector bajo, siendo este valor de 37 mm. El peso también presentó el valor promedio más alto en esta misma estación con 1.1 gr. (Tabla 9)

## 6. Estero El Sauce

Los valores corporales de **B. microlepidotus** en el estero El Sauce presentó valores promedios para su longitud total (LT) similares, siendo la estación E2, la que presentó el valor más alto de 58.43 mm. El peso (W) presentó el valor más alto en la estación E1 (parte alta) con 9.28 gr., mientras que en la estación E2, sector desembocadura presentó el valor más bajo con 7.31 gr. (Tabla 8)

Los valores estadísticos corporales de **G. affinis** en el estero El Sauce corresponden un valor promedio para su longitud total de 26.4 mm. y valor promedio para su peso de 0.27 gr. (Tabla 9)

## 7. Estero Casablanca (Tunquén)

Con respecto a los valores estadísticos corporales en el estero Casablanca, **B. microlepidotus** presentó un valor promedio para su longitud total (LT) de 84.4 mm. en la estación E2, siendo este valor el más alto y la estación E3, presentó el valor promedio más bajo de 78.8 mm. El peso (W) presentó valores similares entre las dos estaciones, siendo la estación E2, la que presentó el valor promedio más alto de 5.15 gr., mientras que la estación E3, presentó un valor promedio de 4.96 gr. (Tabla 8)

En el estero Casablanca **G. affinis** presentó un valor promedio para su longitud total de 25.7 mm. y un valor promedio para su peso de 0.14 gr. (Tabla 9)

Tabla 8. Valores estadísticos y biométricos de **B. microlepidotus**. **X**: Promedio. **V<sub>max</sub>**: Valor máximo. **V<sub>min</sub>**: Valor mínimo. **S**: Desviación estándar.

		LT(mm)				W (gr)			
		X	V <sub>max</sub>	V <sub>min</sub>	S	X	V <sub>max</sub>	V <sub>min</sub>	S
<b>E. Guaquén</b>	E1	107.8	135.6	56.2	20.27	12.91	21.64	1.48	5.53
<b>R. Petorca</b>	E3	42	-	-	-	0.75	-	-	-
	E5	37.3	66	18.6	14.52	0.68	2.7	0.03	0.84
	E6	21.3	27	18	3.08	0.09	0.16	0.05	0.04
	E7	28.8	37.2	20.5	7.97	0.12	0.22	0.03	0.09
<b>R. La Ligua</b>	E1	45.1	64.2	21.9	10.98	0.85	2.07	0.09	0.55
<b>E. Limache</b>	E1	69.8	114.1	27.3	22.85	3.49	11.77	0.12	3.04
	E2	37.1	56.2	21.1	10	0.55	1.4	0.1	0.38
<b>E. Viña del Mar</b>	E1	46.4	146	29	12.54	1.10	23.7	0.2	1.89
	E2	50	149	35	15.82	1.73	29.2	0.4	3.72
	E3	82	-	-	-	4.9	-	-	-
	E5	51.6	61	42	5.69	2.65	20.9	0.8	5.26
	E8	47.9	123	28	22.34	1.63	15.8	0.2	3.34
	E9	45.6	54	31	7.57	0.85	1.3	0.3	0.36
	E10	48.1	63	33	7.44	0.97	1.9	0.3	0.41
<b>E. El Sauce</b>	E1	57.5	182	30	61.05	9.28	54	0.24	21.91
	E2	58.43	179	30.4	51.02	7.31	54.22	0.19	18.97
<b>E. Casablanca</b>	E2	84.4	101.9	51.7	17	5.15	9.67	0.79	3.55
	E3	78.8	121	62.8	11.77	4.96	19.65	1.99	3.41

Tabla 9. Valores estadísticos y biométricos de **G. affinis**. **X**: Promedio. **V<sub>max</sub>**: Valor máximo. **V<sub>min</sub>**: Valor mínimo. **S**: Desviación estándar.

		LT(mm)				W (gr)			
		X	V <sub>max</sub>	V <sub>min</sub>	S	X	V <sub>max</sub>	V <sub>min</sub>	S
<b>E. Guaquén</b>	E1	30.5	48.7	20.0	8.42	0.36	1.44	0.08	0.44
<b>R. Petorca</b>	E6	25	36	15	8.09	0.24	0.57	0.03	0.23
	E7	38.1	-	-	-	0.61	-	-	-
<b>R. La Ligua</b>	E1	26.8	37.6	18.5	5.28	0.22	0.65	0.06	0.16
	E2	21.91	29.3	16	3.15	0.09	0.26	0.03	0.05
<b>E. Limache</b>	E1	31.6	45	22.5	10.96	0.56	1.3	0.1	0.55
	E2	29.7	57.7	18	9.27	0.43	2.7	0.1	0.55
<b>E. Viña del Mar</b>	E1	35.1	52	26	10.62	0.75	2.1	0.2	0.73
	E2	37	59	25	14.07	1.1	3.4	0.2	1.34
<b>E. El Sauce</b>	E2	26.4	40	16	5.79	0.27	0.94	0.03	0.25
<b>E. Casablanca</b>	E2	25.7	27.5	23.3	1.79	0.14	0.18	0.09	0.03

## 8.4. Similitud entre las Estaciones de Muestreos

8.4.1. Análisis de Varianza Multivariante a un criterio de clasificación para los peces de la especie **Basilichthys microlepidotus**, en los siguientes cuerpos de agua:

1. Río Petorca: Se compararon las estaciones E3, E5, E6 y E7

De acuerdo al valor-p ( $p > 0,05$ ) (Tabla 10), no existe diferencia significativa entre las estaciones de muestreo del río Petorca, respecto a las variables peso y longitud media de los peces de esa especie, debido a que este valor es superior a 0,05, por lo que se considera a este río como un solo cuerpo de agua para los datos morfométricos de los peces **B. microlepidotus**.

Tabla 10. Prueba Multivariante (MANOVA)

Estadístico de Prueba	Valor del Estadístico de Prueba	Valor -p
Lambda de Wilks	0,779	0,301

2. Estero Limache: Se compara la estación E1, Los Chaparros, que corresponde al sector alto y la estación E2, sector Colmo, que corresponde la parte baja del estero.

En la tabla 11, el valor-p ( $p < 0,05$ ) es altamente significativo, por lo tanto, existe suficiente evidencia muestral para afirmar que hay una gran diferencia en el peso o en la longitud media de los peces entre las estaciones E1 (Los Chaparros) y E2 (sector Colmo).

Tabla 11. Prueba Multivariante (MANOVA)

<b>Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor del Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor -p</b>
Lambda de Wilks	0,614	1,43E-10

Para determinar qué variable(s) difiere(n), se debe utilizar Intervalos de Confianza Simultáneos (I.C.S.) (apéndice A), que define cual de las variables media, sí el peso o la longitud, difieren los peces de ambas estaciones.

Para detectar si existe diferencia en la longitud promedio de los peces, se construyó el primer intervalo de confianza simultáneo, conforme a un 95% de confianza:

$$\text{I. C. S. } (\tau_{11} - \tau_{21})_{95\%}: [19,0162 ; 49,1738 ]$$

Se puede observar que en este intervalo no está contenido el cero, por lo tanto, se deduce que la longitud promedio de los peces de la estación E1, parte alta, es diferente a la longitud promedio de los peces de la estación E2, parte baja.

Para detectar si existe también diferencia en el peso promedio de los peces de ambas estaciones, se construyó el segundo intervalo de confianza simultáneo, conforme a un 95% de confianza:

$$\text{I. C. S. } (\tau_{12} - \tau_{22})_{95\%}: [- 0,0614 ; 7,3114 ]$$

Acá se puede observar que el cero está contenido en este intervalo, lo que quiere decir que el peso promedio de los peces de la estación E1 no difiere al peso promedio de los peces de la estación E2.

3. Estero Viña del Mar: Se comparan las estaciones: 1, 2, 3, 5, 8, 9 y 10.

En la tabla 12, se puede observar que el valor-p es significativo al 5%, indicando que existen diferencias en las estaciones de muestreos del estero Viña del Mar con respecto al peso o longitud, sin embargo, al construir I.C.S., no se detectan diferencias canónicas entre pares de estaciones de muestreo, esto significa que al hacer el I.C.S. para las dos variables se detecta que existen diferencias entre los pares de estaciones de muestreo y que éstos no son idénticos y, puede ser que una variable difiera el doble o el triple de la otra, pero son muchas las combinaciones para detectar en cuanto y en cuales estaciones. Por lo tanto, no se conocen qué estaciones de muestreo difieren respecto al peso o a la longitud de los peces, pero lo que es cierto según el valor-p, es que entre las estaciones del estero Viña del Mar no son iguales, por lo tanto, no se puede considerar a este estero como un solo cuerpo de agua para los datos morfométricos de los peces **B. microlepidotus**.

Tabla 12. Prueba Multivariante (MANOVA)

<b>Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor del Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor -p</b>
Lambda de Wilks	0,945	0,013

4. Estero El Sauce: Se compara la estación E1, parte alta y la estación E2, desembocadura.

De acuerdo al nivel de significación establecido ( $p > 0,05$ ) (Tabla 13) se puede afirmar que no existe diferencia significativas entre las estaciones de muestreo del estero El Sauce, respecto al peso y longitud media de los peces de esa especie, debido a que este valor es superior a 0,05, por lo que se considera a este río como un solo cuerpo de agua para los datos morfométricos de los peces **B. microlepidotus**.

Tabla 13. Prueba Multivariante (MANOVA)

<b>Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor del Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor -p</b>
Lambda de Wilks	0,902	0,566

5. Estero Casablanca: Se compara las estaciones E2 y E3, zonas media y baja, respectivamente.

Conforme al nivel de significación establecido a partir del valor-p obtenido ( $p < 0,05$ ) (Tabla 14), se puede concluir que existen diferencias entre las estaciones media y baja, con respecto al peso y a la longitud promedio de los peces de este estero.

Tabla 14. Prueba Multivariante (MANOVA)

<b>Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor del Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor -p</b>
Lambda de Wilks	0,841	0,049

Para detectar si existe diferencia en la longitud promedio de los peces, se construyó el siguiente intervalo de confianza simultáneo, conforme a un 95% de confianza:

$$I. C. S. (\tau_{11} - \tau_{21})_{95\%} : [-9,4434 ; 20,6634 ]$$

Se puede observar que en este intervalo está contenido el cero, por lo tanto, se concluye que la longitud promedio de los peces de la estación media no es diferente a la longitud promedio de los peces de la estación baja. Para detectar si existe diferencia en el peso promedio de los peces, se construyó el siguiente intervalo de confianza simultáneo, conforme a un 95% de confianza:

$$\text{I. C. S. } (\tau_{12} - \tau_{22})_{95\%} : [- 3,8566 ; 4,2246 ]$$

Se puede observar que el cero está contenido en este intervalo, por lo tanto se concluye que el peso promedio de los peces de la estación media no difiere al peso promedio de los peces de la estación baja.

Debido a que el valor-p es muy cercano al 5%, los Intervalos de Confianza Simultáneos no detectan diferencias entre las estaciones de muestreo respecto al peso y longitud de los peces en este estero, por lo que se considera al estero Casablanca como un solo cuerpo de agua para los datos morfométricos de los peces **B. microlepidotus**.

8.4.2. Análisis de Varianza Multivariante a un criterio de clasificación para los peces de la especie **Gambusia affinis**, en los siguientes cuerpos de agua:

1. Río La Ligua: Se compara la estación E1, Puente Pullalli y la estación E2, desembocadura.

Como se puede observar en la tabla 15, el valor-p (<0,05) es altamente significativo, se puede deducir que existen diferencias entre las estaciones E1 y E2, con respecto al peso o a la longitud promedio de los peces de este río.

Tabla 15. Prueba Multivariante (MANOVA)

Estadístico de Prueba	Valor del Estadístico de Prueba	Valor -p
Lambda de Wilks	0,752	1,01E-07

Para determinar qué variable(s) difiere(n), se debe utilizar Intervalos de Confianza Simultáneos (I. C. S., véase Apéndice A).

Si se compara la longitud promedio de los peces entre la desembocadura y el puente, el intervalo de confianza es el siguiente:

$$\text{I. C. S. } (\tau_{11} - \tau_{21})_{95\%} : [-11,5979 ; 1,7939 ]$$

Se puede observar que el cero está contenido en este intervalo, por lo tanto se concluye que la longitud promedio de los peces de desembocadura no difiere a la longitud promedio de los peces del puente.

Si se compara el peso promedio de los peces entre la desembocadura y el puente, el intervalo de confianza es el siguiente:

$$\text{I. C. S. } (\tau_{12} - \tau_{22})_{95\%} : [- 0,1923 ; - 0,0777 ]$$

Se puede observar que en este intervalo no está contenido el cero, por lo tanto se concluye que el peso promedio de los peces de la desembocadura es diferente al peso promedio de los peces del puente.

2. Estero Limache: Se compara la estación E1, Los Chaparros, sector alto y la estación E2, sector Colmo, parte baja.

De acuerdo al valor-p ( $p > 0,05$ ) (Tabla 16), podemos concluir que en este estero no existe diferencia significativa en el peso y talla de los peces de la estación alta con respecto a los de la estación baja, por lo tanto, se considera al estero Limache como un solo cuerpo de agua para los datos morfométricos de los peces **G. affinis**.

Tabla 16. Prueba Multivariante (MANOVA)

<b>Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor del Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor -p</b>
Lambda de Wilks	0,998	0,876

3. Estero Viña del Mar: Se compara las estaciones del Puente las Cucharas. La estación E1, sector alto del puente y estación E2, sector bajo del puente.

De acuerdo al valor-p (Tabla 17), se puede decir que no existe diferencia significativa en las estaciones del Puente las Cucharas del estero Viña del Mar, respecto al peso y longitud media de los peces, considerándose como un solo cuerpo de agua para los datos morfométricos de los peces **G. affinis**.

Tabla 17. Prueba Multivariante (MANOVA)

<b>Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor del Estadístico de Prueba</b>	<b>Valor -p</b>
Lambda de Wilks	0,954	0,721

## 8.5. Relación Talla-Peso

### 8.5.1. Relación Talla-Peso para la especie **Basilichthys microlepidotus**

Las ecuaciones para la relación longitud-peso para los peces que no presentaron diferencias significativas entre las estaciones de muestreos en cuanto a las variables morfométricas (peso y longitud) y las ecuaciones en aquellos cuerpos de agua que sólo presentaron ejemplares en una estación, fueron las que se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Relación talla-peso de **Basilichthys microlepidotus** en cuerpos de agua que no existen diferencias significativas en sus caracteres morfométricos entre las estaciones de muestreo. **R**: Coeficiente de Correlación.

CUERPO DE AGUA	ECUACIÓN	R
E. Guaquén	$W = 5.9E-06 L^{3.10}$	0.996102
R. Petorca	$W = 0.9E-06 L^{3.63}$	0.946639
R. La Ligua	$W = 10.4E-06 L^{2.93}$	0.993654
E. El Sauce	$W = 8.7E-06 L^{2.98}$	0.993609
E. Casablanca	$W = 1.7E-06 L^{3.37}$	0.918239

Los exponentes “b” de las ecuaciones de relación, muestra un crecimiento levemente más cercano al de tipo isométrico para los cuerpos de agua de Guaquén, La Ligua y El Sauce. También se puede notar que sus mayores valores los alcanza en los cuerpos Casablanca y Petorca, dándose el mayor valor en este último cuerpo con un  $b = 3.63$ .

El ajuste de los puntos a la curva, para cada relación, es muy similar a la unidad dando una correlación del orden del 0.91 a 0.99. Por lo tanto, se observa una buena correlación entre los valores de peso y longitud total.

Las ecuaciones para la relación talla-peso para los peces que presentaron diferencias significativas entre las estaciones de muestreo de acuerdo al peso y longitud promedio de los peces, fueron las que se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Relación talla-peso de **Basilichthys microlepidotus** en cuerpos de agua que presentan diferencias significativas en sus caracteres morfométricos entre las estaciones de muestreo. **R**: Coeficiente de Correlación. **E**: Estación de muestreo.

CUERPO DE AGUA	ESTACIÓN	ECUACIÓN	R
E. Limache	E1	$W = 3.2E-06 L^{3.20}$	0.996982
	E2	$W = 59.7E-06 L^{2.49}$	0.933618
E. Viña del Mar	E1	$W = 9.9E-06 L^{2.97}$	0.989610
	E2	$W = 10.5E-06 L^{2.97}$	0.936831
	E5	$W = 118.8E-06 L^{2.35}$	0.919465
	E8	$W = 5.3E-06 L^{3.09}$	0.994734
	E9	$W = 22.9E-06 L^{2.74}$	0.986528
	E10	$W = 16.9E-06 L^{2.81}$	0.927705

Si se observa los exponentes “b” de las ecuaciones, se puede ver que sus mayores valores los alcanza en las estaciones E1 y E8 de los esteros Limache y Viña del Mar, respectivamente, dándose el mayor valor en la primera estación (E1) con un  $b = 3.20$ . También se puede notar que las relaciones que más se acercan al crecimiento isométrico, son las relaciones correspondientes a las estaciones del estero Viña del Mar; E1, E2, que poseen el mismo valor de “b” y, E8 con un  $b = 2.97$  y un  $b = 3.09$ , respectivamente.

Si se observa los “R” de las ecuaciones, se puede ver que hay una buena correlación entre los valores de peso y longitud total, con una correlación que varía entre 0.91-0.99.

### 8.5.2. Relación talla-peso para la especie **Gambusia affinis**

Las ecuaciones para la relación talla-peso para los peces que no presentaron diferencias significativas entre las estaciones de muestreos en cuanto a las variables morfométricas (peso y longitud) y las ecuaciones en aquellos cuerpos de agua que sólo presentaron ejemplares en una estación, fueron las que se muestran en la tabla 20.

Tabla 20. Relación talla-peso de **Gambusia affinis** en cuerpos de agua que no existen diferencias significativas en sus caracteres morfométricos entre las estaciones de muestreo. **R**: Coeficiente de Correlación.

CUERPO DE AGUA	ECUACIÓN	R
E. Guaquén	$W = 1.0E-06 L^{3.63}$	0.986145
R. Petorca	$W = 5.1E-06 L^{3.23}$	0.975393
E. Limache	$W = 3.9E-06 L^{3.29}$	0.944161
E. Viña del Mar	$W = 4.0E-06 L^{3.33}$	0.997367
E. El Sauce	$W = 2.5E-06 L^{3.46}$	0.882702
E. Casablanca	$W = 1.0E-06 L^{3.63}$	0.967835

Si se observan los exponentes “b” de las ecuaciones de relación, se puede ver que sus mayores valores los alcanza los cuerpos de agua Guaquén y Casablanca con un mismo valor de  $b = 3.63$ .

Si se observa los “R” de las ecuaciones, se puede ver que hay una buena correlación entre los valores de peso y longitud total, con una correlación del orden de 0.94-0.99, sólo un valor se aleja a la unidad ( $R = 0.88$ ), que corresponde al estero El Sauce, esto muestra que existe una baja correlación entre los valores de peso y longitud total en ese cuerpo de agua.

Las ecuaciones para la relación talla-peso para los peces de los cuerpos de agua que presentaron diferencias significativas entre las estaciones muestreadas según los datos morfométricos de los peces, fueron las que se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Relación talla-peso de **Gambusia affinis** en cuerpos de agua que presentan diferencias significativas en sus caracteres morfométricos entre las estaciones de muestreo. **R**: Coeficiente de Correlación. **E**: Estación de muestreo.

CUERPO DE AGUA	ESTACIÓN	ECUACIÓN	R
R. La Ligua	E1	$W = 1.2E-06 L^{3.64}$	0.952128
	E2	$W = 5.6E-06 L^{3.09}$	0.930084

Al observar los exponentes “b” de las ecuaciones de la relación, se puede ver que el mayor valor lo alcanza la estación E1 con un  $b = 3.64$  y que la relación que más se acerca al crecimiento isométrico, es la relación correspondiente a la estación E2 con un  $b = 3.09$ .

Si se observa los “R”, de las ecuaciones, se puede ver que hay una buena correlación entre los valores de peso y longitud total.

## 8.6. Tipo de Crecimiento

Para determinar que tipo de crecimiento (isométrico o alométrico) se da para cada especie en los distintos cuerpos de agua, se aplicó test de Student obteniéndose los resultados para **B. microlepidotus** y **G. affinis** que se muestran en la tablas 22 y 23, respectivamente.

En tabla 22, se observa que para los esteros Guaquén, Limache (E1), Viña del Mar (E1, E2, E8, E9 y 10), El Sauce y Casablanca y, para los ríos Petorca y La Ligua, los valores “t observado” son menores que los valores “t calculado”, aceptándose la hipótesis 1, que significa que existe un crecimiento del tipo isométrico para la especie **B. microlepidotus** en estos cuerpos de agua señalados. En cambio en las estaciones E2 y E5 de los esteros Limache y Viña del Mar, respectivamente, los valores de “t observado” son mayores que el valor “t calculado”, por lo tanto, se rechaza la hipótesis 1 y se acepta hipótesis 2, explicando que existe un crecimiento distinto al crecimiento isométrico, lo que significa que en estas estaciones existe un crecimiento de tipo alométrico para esa especie.

Tabla 22. Resultados t de Students para un 95% de confianza y con n – 2 grado de libertad para **B. microlepidotus**.

Cuerpo de agua		Valor t	
		t observado	t calculado
E. Guaquén		0.067	2.042
R. Petorca		0.156	2.042
R. La Ligua		0.457	2.131
E. Limache	E1	0.185	2.000
	E2	3.538	2.056
E. Viña del Mar	E1	0.040	1.980
	E2	0.021	1.980
	E5	4.465	2.160
	E8	0.081	2.021
	E9	0.262	2.145
	E10	1.209	2.145
E. El Sauce		0.051	2.160
E. Casablanca		0.281	2.042

En tabla 23, se observa que para los esteros Limache, Viña del Mar, El Sauce y Casablanca y, para los ríos Petorca y La Ligua (E2), el valor “t observado” es menor que el valor “t calculado”, por lo tanto, se acepta hipótesis 1, indicando que en estos cuerpos se tiene un crecimiento de tipo isométrico para **G. affinis** y, en el estero Guaquén y río La Ligua (E1), los valores t nos muestran que existe un crecimiento alométrico, aceptándose hipótesis 2 para esta especie en esos cuerpos de agua señalados.

Tabla 23. Resultados t de Students para un 95% de confianza y con n – 2 grado de libertad para **G. affinis**.

Cuerpo de agua		Valor t	
		t observado	t calculado
E. Guaquén		5.599	2.160
R. Petorca		1.932	2.262
R. La Ligua	E1	6.353	2.000
	E2	1.312	2.021
E. Limache		1.267	1.980
E. Viña del Mar		1.320	2.093
E. El Sauce		1.697	2.052
E. Casablanca		2.015	2.776

## 8.7. Calculo del Factor de Condición “K”

El factor de condición para los peces que presentaron diferencias y similitud entre las estaciones de muestreos en cuanto a las variables morfométricas (peso y longitud) para las especies **B. microlepidotus** y **G. affinis** están representados en las figuras 16 y 17 respectivamente y sus valores están entregados en las tablas 24 y 25.

Si analizamos los valores K expuestos para la especie **B. microlepidotus** (Tabla 24 y Fig. 24), nos damos cuenta inmediatamente que existe dos cuerpos de agua en que los peces poseen un mejor estado en términos numérico, es decir, que los peces del río Petorca y estero Casablanca, tienen una mayor gordura, en comparación a los otros cuerpos de agua, en que la baja de robustez o valor de K es ostensible.

Tabla 24. Factor de condición para la especie **Basilichthys microlepidotus**.

CUERPO DE AGUA	FACTOR K
E. Guaquén	K = 1.5968
R. Petorca	K = 8.9463
R. La Ligua	K = 0.7660
E. Limache	E1 K = 2.3376
	E2 K = 0.1529
E. Viña del Mar	E1 K = 0.8913
	E2 K = 0.8893
	E5 K = 0.0776
	E8 K = 1.4165
	E9 K = 0.3704
E10 K = 0.4791	
E. El Sauce	K = 0.9220
E. Casablanca	K = 5.0564

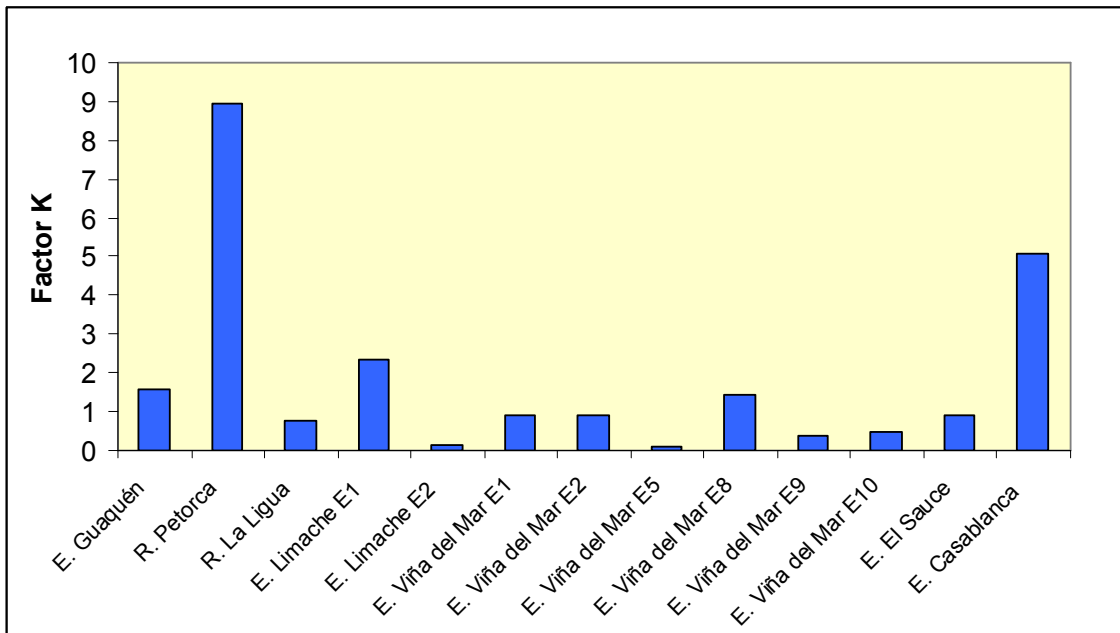


Figura 24. Factor de Condición en ***Basilichthys microlepidotus*** por cuerpo de agua.

Si analizamos los valores K expuestos para la especie ***G. affinis*** (Tabla 25 y Fig. 25), nos damos cuenta inmediatamente que existe tres cuerpos de agua en que los peces poseen un mejor estado en términos numérico, es decir, que los peces de los esteros Guaquén y Casablanca y, río La Ligua (E1), tienen una mayor gordura, en comparación a los otros cuerpos de agua, en que la baja de robustez o valor de K es visible.

Tabla 25. Factor de condición para la especie ***Gambusia affinis***.

CUERPO DE AGUA		FACTOR K
E. Guaquén		K = 8.5228
R. Petorca		K = 2.1212
R. La Ligua	E1	K = 7.0629
	E2	K = 1.3616
E. Limache		K = 2.6788
E. Viña del Mar		K = 3.2507
E. El Sauce		K = 4.5075
E. Casablanca		K = 7.7314

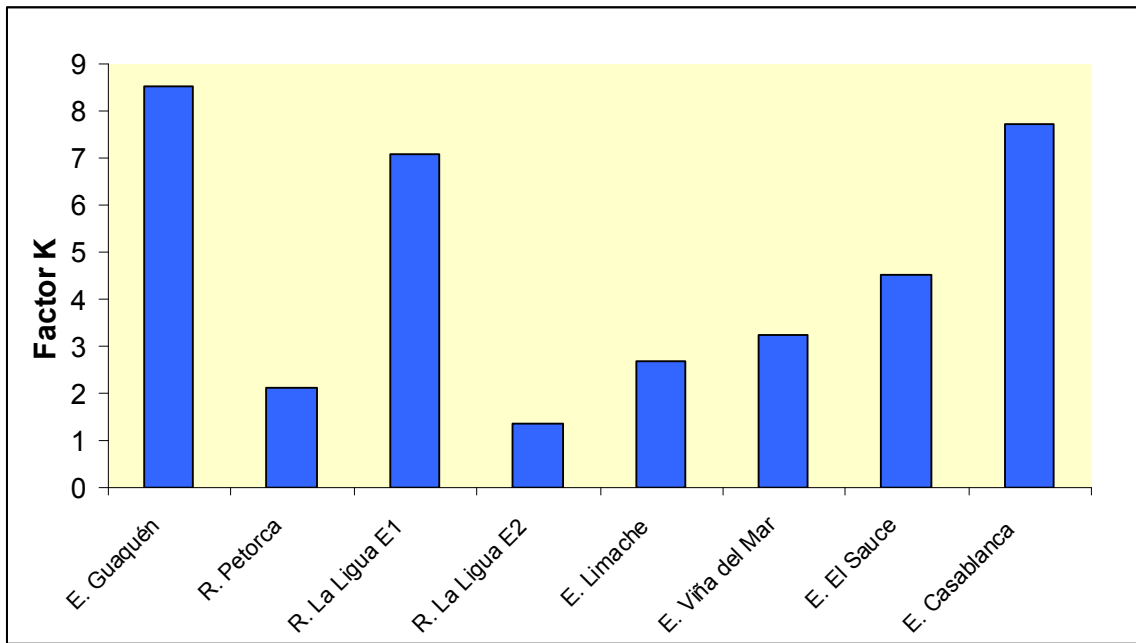


Figura 25. Factor de Condición en **Gambusia affinis** por cuerpo de agua.

## 8.8. Relación entre los Factores Físico-Químicos y la Morfometría de los Peces

A continuación se describirá los análisis de todos los datos morfométricos de cada especie con sus respectivos parámetros físico-químicos en cada uno de los cuerpos de agua, las que son entregadas por las tablas 26 y 27 para la especie **B. microlepidotus** y tablas 29 y 30 para **G. affinis**.

La tabla 26 muestra el análisis de la relación de los parámetros físico-químicos con los valores morfométricos de los peces **B. microlepidotus** que se efectuó en cuerpos de agua que se realizaron mediciones de los siguientes parámetros; concentración de oxígeno, conductividad y pH. También se analiza la interacción de los dos primeros parámetros con el pH. Si se observa el valor-p obtenido del análisis, se puede ver que éste es altamente significativo para los parámetros estudiados y las interacciones hechas, ya que el valor-p es inferior al 5% ( $p < 0.05$ ), por lo tanto, existe suficiente evidencia muestral para afirmar que la longitud total (LT) y el peso (W) de los peces **B. microlepidotus** dependen de la concentración de oxígeno, conductividad eléctrica y pH existente en el cuerpo de agua en el que habitan.

Tabla 26. Análisis de Regresión Múltiple Multivariante entre parámetros físico-químicos y morfométricos de **Basilichthys microlepidotus**.

Efecto	Estadístico	Valor del Estadístico	F	G. L. Error	Valor-p
<b>Concentración de Oxígeno</b>	Lambda de Wilks	0.933	24.054	674	0.00...
<b>Conductividad</b>	Lambda de Wilks	0.789	90.329	674	0.00...
<b>PH</b>	Lambda de Wilks	0.985	5.067	674	0.007
<b>Interacción entre Concentración de Oxígeno y PH</b>	Lambda de Wilks	0.925	27.269	674	0.00...
<b>Interacción entre Conductividad y PH</b>	Lambda de Wilks	0.773	99.060	674	0.00...

La tabla 27 muestra el análisis de la relación de los parámetros físico-químicos con los valores morfométricos de los peces **B. microlepidotus** que se realizó en cuerpos de agua donde se midieron los sólidos disueltos (SD) (esteros Limache y Viña del Mar y río Petorca) y el análisis de la interacción de éste entre concentración de oxígeno y conductividad. Al observar los respectivos valores-p obtenidos en la interacción sólidos disueltos-concentración de O<sub>2</sub> ( $p = 0.039$ ) y sólidos disueltos ( $p = 0.005$ ), se puede notar que éstos presentan una clara influencia sobre el peso (W) y longitud total (LT) de los peces, ya que el valor-p es inferior al 5%, pero la interacción sólidos disueltos-conductividad ( $p = 0.711$ ) no presenta ningún tipo de incidencia significativa sobre las variables morfométricas de los peces, debido que el valor-p obtenido es superior al 5% ( $p > 0.05$ ).

Tabla 27. Análisis de Regresión Múltiple Multivariante entre parámetros físico-químicos y morfométricos de **Basilichthys microlepidotus** en cuerpos de agua que se midieron los sólidos disueltos (SD).

Efecto	Estadístico	Valor del Estadístico	F	G. L. Error	Valor-p
<b>Concentración de Oxígeno</b>	Lambda de Wilks	0.948	7.521	273	0.001
<b>Conductividad</b>	Lambda de Wilks	0.959	5.823	273	0.003
<b>Sólidos Disueltos</b>	Lambda de Wilks	0.962	5.459	273	0.005
<b>Interacción entre Conductividad y SD</b>	Lambda de Wilks	0.998	0.342	273	0.711
<b>Interacción entre Concentración de Oxígeno y SD</b>	Lambda de Wilks	0.976	3.292	273	0.039

La tabla 28 muestra el análisis de la relación de los parámetros físico-químicos con los valores morfométricos de los peces **G. affinis** que se efectuó en cuerpos de agua que se realizaron mediciones de los siguientes parámetros; concentración de oxígeno, conductividad y pH. También se analiza la interacción de los dos primeros parámetros con el pH. Si se observa el valor-p obtenido del análisis, se puede ver que es altamente significativo para los parámetros concentración de O<sub>2</sub> (p = 0.0003) y pH (p = 0.0001) y que la interacción de ambos también es altamente significativa (p = 0.0001), ya que los valores-p obtenidos son inferiores al 5%, por lo tanto, se puede afirmar que la longitud total (LT) y el peso (W) de los peces se ven influenciados por la concentración de O<sub>2</sub> y el pH existente en el medio en que habitan. Sin embargo la conductividad eléctrica y la interacción de ésta con el pH, no poseen ningún tipo de incidencia sobre los caracteres

morfométricos de los peces **G. affinis**, debido a que sus valores-p son superiores al 5%.

Tabla 28. Análisis de Regresión Múltiple Multivariante entre parámetros físico-químicos y morfométricos de **Gambusia affinis**.

Efecto	Estadístico	Valor del Estadístico	F	G. L. Error	Valor-p
<b>Concentración de Oxígeno</b>	Lambda de Wilks	0.954	8.211	342	0.0003
<b>Conductividad</b>	Lambda de Wilks	0.994	1.061	342	0.3473
<b>pH</b>	Lambda de Wilks	0.947	9.612	342	0.0001
<b>Interacción entre Concentración de Oxígeno y pH</b>	Lambda de Wilks	0.944	10.182	342	0.0001
<b>Interacción entre Conductividad y pH</b>	Lambda de Wilks	0.944	1.050	342	0.3511

La tabla 29 muestra el análisis de la relación de los parámetros físico-químicos con los valores morfométricos de los peces **G. affinis** que se realizó en estaciones de agua donde se midieron los sólidos disueltos (SD) (esteros Limache y río Petorca) y el análisis de la interacción de éste entre concentración de oxígeno y conductividad. Al observar los respectivos valores-p obtenidos en las interacciones con sólido disuelto y el valor-p del parámetro sólido disuelto, se puede notar que éste es igual a uno, valores superiores al 5%, esto se debe a que la matriz de suma de cuadrados y productos debido a la regresión es aproximadamente cero (apéndice B), lo que significa que los sólidos disueltos y la interacción de éste entre conductividad y concentración de O<sub>2</sub> no presentan ningún tipo de influencia sobre el peso (W) y longitud total (LT) de los peces **G. affinis**.

Tabla 29. Análisis de Regresión Múltiple Multivariante entre parámetros físico-químicos y morfométricos de **Gambusia affinis** en estaciones que se midieron los sólidos disuelto (SD).

<b>Efecto</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor del Estadístico</b>	<b>F</b>	<b>G. L. Error</b>	<b>Valor-p</b>
<b>Concentración de Oxígeno</b>	Lambda de Wilks	1	0	161.5	1
<b>Conductividad</b>	Lambda de Wilks	1	0	161.5	1
<b>Sólidos Disueltos</b>	Lambda de Wilks	1	0	161.5	1
<b>Interacción entre Conductividad y SD</b>	Lambda de Wilks	1	0	161.5	1
<b>Interacción entre Concentración de Oxígeno y SD</b>	Lambda de Wilks	1	0	161.5	1

## 9. DISCUSIONES

De las mediciones realizadas en terreno se encontró que, los individuos **B. microlepidotus** y **G. affinis**, de acuerdo a sus variables morfométricas requieren de diferentes condiciones físico-químicas. Además, se observó que las mediciones de los parámetros físico-químicos realizadas en terreno cumplen con los valores propuestos por R&Q Ingeniería Ltda (1993) junto con la normativa vigente NCh 1.333, la cual se refiere a los requisitos para aguas destinadas a ser usadas para la vida acuática. Sólo siete mediciones no cumplen el requisito mínimo para oxígeno disuelto y pH.

Las mediciones de oxígeno disuelto realizadas en las estaciones de los siete cuerpos de agua que no superan los 5 (mg/L), nivel mínimo compatible con la vida de las especies acuática (En: Reichenbach-Klinke, 1980), corresponden a seis mediciones que varían entre los 3.6 – 4.9 (mg/L) que se encontraron en las estaciones E3, E6, E8 y E9 del estero Viña del Mar y estaciones E1 y E2 del estero El Sauce. Las estaciones E6 y E8 (estero Viña del Mar) y E1 (estero El Sauce) tampoco cumplen con el requisito mínimo propuestos por R&Q Ingeniería Ltda. para **B. microlepidotus**.

Con respecto al parámetro de pH las estaciones de muestreo de los siete cuerpo de agua presentaron un pH levemente básico (7.0 – 8.0), excluyéndose ocho mediciones que presentaron pH ácido entre 5.98 – 6.89, que se encontraron en las estaciones de los esteros Guaquén (E1), Sauce (E1 y E2) y Limache (E1 y E2) y, río Petorca (E3, E4 y E7), siendo la estación E2 del estero Limache la única medición que no cumple con el requisito mínimo establecido en la NCh 1.333.

Se observó que las mediciones de parámetros físico-químicas muestran una clara separación entre las estaciones altas y baja, esto se debe a que en las estaciones donde corresponda la estación baja a desembocadura, el agua del río o estero se mezcla con agua de mar, contribuyendo la sal a la cantidad de sólidos disueltos y conductividad, por lo tanto, al igual que Kinkelin (1991), se puede corroborar las

interacciones hechas entre esos parámetros, debido a que estas se encuentran estrechamente relacionadas. De acuerdo a esto y a la teoría que considera agua dulce cuando los sólidos disueltos se encuentran por debajo a los 0.5 gr/L y agua salobres y/o marinas si su contenido es mayor al mencionado (Baeza, 1999), las aguas de las estaciones E7 del río Petorca (SD = 7.36 gr/L) y E10 de Viña del Mar (SD = 1.29 gr/L), presentan agua salada.

Las aguas de las estaciones de muestreo de los siete cuerpos de agua presentan una mineralización que varía de débil (0.2 – 0.8  $\mu\text{S/cm}$ ) a excesiva ( $>8 \mu\text{S/cm}$ ). De acuerdo a lo anterior, se puede decir, que **B. microlepidotus** y **G. affinis** estarían adaptados a altos valores de conductividad.

De acuerdo a los valores medios para las medidas estadísticas corporales de **B. microlepidotus** y **G. affinis**, se establece que los valores más altos para las variables longitud total (LT) y Peso (W) se encuentran en los cuerpos de agua que poseen valores de concentración de oxígeno entre 6 - 7.7 (mg/L) y una conductividad entre 0.4 – 1.2 ( $\mu\text{S/cm}$ ) presentando una mineralización que varía de débil (0.2 – 0.8  $\mu\text{S/cm}$ ) a moderada (0.8 - 2  $\mu\text{S/cm}$ ), los que corresponden a cuerpos de agua que presentan poca intervención humana y gran cantidad de vegetación acuática, las que permiten el desarrollo de larvas de insectos y pequeños vertebrados.

**B. microlepidotus** presentó valores altos medios de las medidas corporales en los esteros Guaquén, Limache y Casablanca. Los que varían entre 37.1 – 107.8 (mm) para su longitud total (LT) y 0.55 – 12.91 (gr) para su peso (W). La presencia de vegetación acuática distribuida en casi toda la ribera de estos cuerpos y una mejor estabilidad del curso, se traduce en una mayor talla y peso de los peces.

**G. affinis** presentó valores corporales altos medios en los esteros Guaquén, Limache y Viña del Mar. Los que varían entre 30.5 – 37 (mm) para su longitud total (LT) y 0.36 – 0.75 (gr) para su peso (W), atribuibles a las condiciones físicas y alimenticias presentes en ellas, especialmente la oxigenación provocada por el

desarrollo de una vegetación lacustre, sobre todo en las orillas, las que permiten la presencia de larvas de insectos, que viven en contacto con la orilla y el fondo.

En cuanto a la similitud entre las estaciones de muestreos de los siete cuerpos de agua, con respecto a las medidas corporales, los resultados obtenidos del análisis estadístico (MANOVA), muestran una clara diferencia entre las dos especies de acuerdo a las estaciones muestreadas.

**B. microlepidotus** presentó diferencias en las estaciones de los esteros Limache y Viña del Mar. En el estero Limache existe diferencia entre las estaciones E1 y E2, Los Chaparros y Colmo, respectivamente, en cuanto a la longitud media de los peces. Para el estero Viña del Mar, existen diferencias entre las estaciones donde se colectaron individuos, pero no se pudo conocer qué estaciones de muestreo difieren respecto al peso o la longitud de los peces, ya que al construir el intervalo de confianza simultáneo (I.C.S.), no se detectan diferencias canónicas entre pares de estaciones de muestreo.

**G. affinis** presentó diferencias sólo en las estaciones del río La Ligua, entre las estaciones E1 y E2, Puente Pullalli y Desembocadura, respectivamente, en cuanto al valor peso promedio de los peces.

Las diferencias que existen entre las estaciones muestreadas, según el peso o longitud de las especies **B. microlepidotus** y **G. affinis**, se puede deber a que en esas estaciones el crecimiento del pez fueron distintas al resto. En el caso de **B. microlepidotus**, en las estaciones E2 y E5 de los esteros Limache y Viña del Mar, respectivamente, los peces presentaron un crecimiento del tipo alométrico. Lo mismo ocurre con **G. affinis** en la estación E1 del río La Ligua, donde el pez crece de forma alométrica. Esto queda demostrado en los valores del exponente “b” de las ecuaciones de la relación talla-peso para ambas especies en que “b” difiere mucho del valor tres, valor que corresponde a un crecimiento isométrico. Esta interrupción de isometría se puede deber a la época de transición de un estadio sexual a otro de las especies, que entre estaciones o entre distintas condiciones

físico-químicas del hábitat (Amigo, 1974), en ocasiones, la falta de clases de edad determina que la expresión no se ajuste a la población sino sólo a ciertas cohortes (Granado, 1996). Es lo que ocurre para la especie **B. microlepidotus** en el estero Limache (E2) en que la muestra capturada fue principalmente de individuos con valores de longitud entre 21 – 56 (mm) y entre 0.1 – 1.4 (gr) de peso, a los que **B. microlepidotus** aún no participan en la maduración sexual según Comte & Vila (1987). En el caso del estero Viña del Mar (E5), los individuos presentaron crecimiento alométrico, debido a que sus medidas corporales no se mantienen en proporcionalidad. Para **G. affinis**, precisamente en río La Ligua (E1), donde el crecimiento de los peces es de tipo alométrico, este resultado se puede atribuir según el sexo de la especie, ya que ésta presenta un notorio dimorfismo sexual, donde las hembras son de mayor tamaño y peso que los machos (Duarte *et al.*, 1971).

Al analizar los factores K de los peces **B. microlepidotus** y **G. affinis**, se pudo ver que presentan distintos valores K para los mismos cuerpos de agua, esto se debe prácticamente a que el factor de condición se utiliza para comparar poblaciones de peces de la misma especie, en distintos ambientes o temporadas, debido básicamente a las características propias de cada especie (reproducción, alimentación, hábitat, etc.) (Granado, 1996). En cualquier análisis del factor de condición, los cambios que se observan en los peces están afectados por muchos aspectos, entre ellos los efectos de los factores físico-químicos del agua, el estado de las gónadas (estado de madurez reproductiva), diferencias en los niveles nutritivos, época de año, edad, etc. (Granado, 1996); factores importantes a considerar como posibles causas de cambios estacionales en dicho factor.

Al comparar los resultados del factor K entre ambas especie se puede ver que **G. affinis** posee evidentemente los valores más alto de K, en comparación con **B. microlepidotus**. Esto se debe seguramente a que la reproducción de la gambusia tiene lugar prácticamente durante todo el año, al presentar un sistema reproductivo ovivíparo que asegura una tasa baja de mortalidad en las primeras edades (Morales & Moran, 1981) y por causas atribuibles a variables físico-

químicas del agua que son de su conveniencia, las cuales registraron valores de oxígeno disuelto mucho más que el requisito mínimo al establecido por la NCh 1.333 y valores de pH más favorable para la vida de los peces (6 y 7.2) (MAPFRE, 1994).

En los cuerpos de agua en que se produce un alza del factor K de **B. microlepidotus**, río Petorca (K = 8.9463) y estero Casablanca (K = 5.0564), los que a su vez presentan los valores más alto del exponente “b” de las ecuaciones de la relación talla-peso (3.63 y 3.37, respectivamente), se debe probablemente a que en estos cuerpos se realizó las capturas de peces en la temporada de verano, la que corresponde al período reproductivo del pejerrey, que se extiende durante los meses de agosto a marzo (Comte & Vila, 1987). Esto contradice los demás resultados del valor K obtenidos en los otros cuerpos de agua de la misma temporada de verano, esteros Viña del Mar (K varía entre 0.3704 – 1.4165) y Limache E2 (K = 0.1529), con valores de “b” que fluctúan entre 2.49 – 3.09, donde la baja de robustez es ostensible. Esta baja se puede deber por las características físico-químicas poco favorable para la especie. Como se ha indicado anteriormente, (Capítulo Resultados), el estero Viña del Mar, a través de todo su trayecto presenta una gran alteración antrópica, reflejándose en los bajos valores de oxígeno disuelto en cuatro mediciones las que no superan los 5 (mg/L). Al igual que en el sector de Colmo del estero Limache( E2), donde se observó labores de extracción de áridos con maquinarias pesada, lo que alteró considerablemente el curso del cuerpo de agua, disminuyendo el caudal del estero, lo que podría haber afectado los sitios de reproducción de los peces, además de presentar un pH ácido (5.98).

Los valores más altos del factor de condición K para **G. affinis**, correspondieron a los esteros Guaquén (K = 8.5228) y Casablanca (K = 7.7314) y, río La Ligua estación E1 (K = 7.0629), que a su vez presentaron los valores más alto del exponente “b” de las expresiones de la relación talla-peso (3.63; 3.63 y 3.64, respectivamente). Los distintos resultados de los valores de K entre los siete cuerpos de agua para esta especie, se puede deber con las variaciones de sexo,

la cual presenta un claro dimorfismo sexual expresado en el menor tamaño del macho. En este estudio esa característica no fue considerada, debido a que la muestra se hubiese visto muy disminuida, al dividirla en estaciones y sexo, por lo cual seguramente no hubiera sido representativo.

Como resultado de la correlación que existe entre los parámetros físico-químicos y las variables corporales de los peces (caracteres morfométricos), se pudo observar que las incidencias fueron significativamente distintas en las incidencias de los factores físicos-químicos sobre los caracteres morfométricos en cada especie.

Con respecto a los resultados de la correlación entre los parámetros físico-químicos y los valores corporales de la especie **B. microlepidotus**, se pudo observar que los parámetros físico-químicos considerados presentan una influencia significativa sobre los caracteres morfométricos, esto quiere decir, que la longitud total (LT) y el peso (W) de estos peces dependen del pH, de la concentración de oxígeno y la conductividad existente en el cuerpo de agua en el cual habitan, ya que, el resultado del valor-p es inferior al 5%. Con respecto a esto, y al revisar los valores del estadístico Lambda de Wilks, se puede ver claramente que los valores-p de la concentración de oxígeno disuelto y conductividad son mas cercano a cero ( $p = 0.00\dots$ ) que del valor-p del pH ( $p = 0.007$ ), esto demuestra que la conductividad y la concentración de oxígeno influyen mucho más (alta significancia) que el valor de pH sobre las medidas corporales de los **B. microlepidotus**. En consecuencia al interaccionar estos parámetros con el pH, también resultan significativos, pero ciertamente mucha más en la interacción entre la conductividad y el pH. Al analizar la correlación entre las variables corporales y los valores de sólidos disueltos (ppm) hechas en los cuerpos de agua donde se midieron (río Petorca y esteros Limache y Viña del Mar), se puede ver que los sólidos disueltos ( $p = 0.005$ ) y la interacción entre sólidos disueltos-concentración de oxígeno ( $p = 0.039$ ), presentan una incidencia sobre los caracteres morfométricos de los peces de esta especie, ya que los respectivos valores-p calculados son significativos ( $p < 0.05$ ), sin embargo la

interacción entre sólidos disueltos-conductividad ( $p = 0.711$ ) no presenta ninguna significancia en los valores corporales. Esto último se contrapone a lo planteado por Lagler (1984) con respecto a la relación que existe entre la conductivita eléctrica con los sólidos disueltos. Esto se puede deber a la alta significancia que posee la concentración de oxígeno para la especie, mostrando una clara relación de los sólidos disueltos con este parámetro.

Estos resultados se pueden visualizar en los valores máximos del factor K calculado para **B. microlepidotus** en los cuerpos de agua Petorca ( $K = 8.9463$ ) y Casablanca ( $K = 5.0564$ ), donde el valor K es mucho más alto que el resto de los valores de las demás estaciones y, que los valores de oxígeno disuelto fluctuaron entre  $6.0 - 9.84$  (mg/L) y la conductividad varió entre  $0.63 - 14.7$  ( $\mu\text{S/cm}$ ), por lo tanto, las aguas de estos cuerpos se encontrarían bien oxigenadas y con una mineralización que varía de débil ( $0.2 - 0.8 \mu\text{S/cm}$ ) a excesiva (conductividad  $> a 8 \mu\text{S/cm}$ ) (MAPFRE, 1994).

Con respecto a los resultados de la correlación entre los parámetros físico-químicos y los valores corporales de la especie **G. affinis**, se pudo observar que sólo dos parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto y de pH) presentan una influencia significativa sobre los medidas corporales de los peces, esto quiere decir, que la talla (LT) y el peso (W) de los peces dependen del pH y de la concentración de oxígeno existente en el cuerpo de agua en que habitan, debido a que sus valores-p son inferiores al 5%. Con respecto a esto último, se puede decir, que según el valor-p del pH ( $p = 0.0001$ ), éste presenta una mayor incidencia sobre los caracteres morfométricos de los peces que el oxígeno disuelto ( $p = 0.0003$ ), debido a que el grado de significancia es mayor cuando el valor-p calculado es más cercano al cero. En consecuencia al interaccionar estos dos parámetros también resultan significativos ( $p = 0.0001$ ). Al analizar la correlación entre las variables corporales y los valores de sólidos disueltos (ppm) hechas en los cuerpos de agua donde se midieron (río Petorca y estero Limache), se puede ver claramente que los sólidos disueltos y la interacción de éste entre el oxígeno disuelto y conductividad, no presentan ningún tipo de influencia significativa sobre

los caracteres morfométrico de los peces de esta especie, ya que los respectivos valores-p calculados son muy superiores al 5%.

Estos resultados se pueden visualizar en los valores máximos del factor K calculado para **G. affinis** en los cuerpos de agua Guaquén (K = 8.5228), Casablanca (K = 7.7314) y La Ligua, estación E1 (K = 7.0629), donde K es mucho más alto que el resto de los valores K de los demás cuerpos, donde el oxígeno disuelto registró valores entre 6.0 – 7.2 (mg/L) y el pH fluctuó entre 6.3 – 7.6, por lo tanto, las aguas de estos cuerpos se encontrarían bien oxigenadas y levemente ácidas, cumpliendo con los requisitos mínimos para aguas destinadas a ser usada para la vida acuática, según la NCh 1.333.

En forma general, se pudo observar que los valores altos del factor K se deben a las características físico-químicas del cuerpo de agua en donde habitan los peces, donde la concentración de oxígeno disuelto presenta una alta significancia sobre las medidas corporales de las especies **B. microlepidotus** y **G. affinis**. La oxigenación que presentó esos cuerpos de agua, se debe por la presencia de vegetación acuática, menor acumulación de sólidos, aguas cristalinas y más corrientes, situación que favorece un mayor intercambio gaseoso entre la atmósfera y el agua.

De acuerdo a los análisis de la información existente respecto de los peces continentales chilenos, se percibió que actualmente existe una preocupación por parte de los investigadores en cuanto al tema del estado de conservación de los peces de aguas continentales, sea por causa de la introducción de especies exóticas o sea por otra parte, por la creciente intervención del hábitat y la alteración de la vegetación acuática y ripariana provocada principalmente por acción del hombre. A este respecto, Ruiz (1996) señala que frente a la creciente contaminación que están sufriendo los distintos cuerpos de agua dulce del país, y a las modificaciones ambientales que los mismos están soportando, se hace imprescindible incrementar los esfuerzos en conocer la diversidad íctica nacional y las condiciones del medio acuático.

Si bien en el último tiempo a nivel nacional se han realizado contribuciones importantes en el estudio de la fauna íctica dulceacuícola, en cuanto a la presencia, abundancia y distribución de los peces en diversos ríos del país (Vila *et al.*, 1999; Dyer, 2000; Habit *et al.*, 2003), aún faltan esfuerzos que permitan un reconocimiento más amplio de la biología y ecología de dichas especies. En este sentido se hacen necesarios estudios del tipo poblacional y comunitario que entreguen antecedentes sobre los organismos con el ambiente, y así generar información de tipo específica que apunte a determinar las condiciones de preferencia de las especies que se desean preservar, ya que según Campos (*et al.*, 1998) no existe actualmente información para cada una de las especies de peces nativos que permita evaluar su estado de conservación. Por esto mismo, es necesario encauzar líneas de investigación que permitan recopilar datos de importancia, como las condiciones de hábitat de las especies (disponibilidad y calidad de agua, disponibilidad de alimento, entre otras), permitiendo con esto aportar antecedentes válidos para la posterior toma de decisiones necesarias para la protección y preservación de las especies ícticas dulceacuícola y para la conservación de los sistemas fluviales de la región.

## 10. CONCLUSIONES

1. El establecer siete cuerpos de agua con sus representativas estaciones de muestreo permitió visualizar la variabilidad de las medidas físico-químicas existente en cada estación, considerando las diferentes conductividades del río Petorca y estero Viña del Mar, se pudo reconocer que a medida que se acerca a la desembocadura el agua aumenta su conductividad eléctrica y los sólidos disueltos como respuesta al influjo del agua de mar y a causa de la deposición de sales por efectos de los vientos.
2. A través del estudio morfométrico de cada uno de los ejemplares capturados en las estaciones de muestreo, fue posible determinar que las medidas corporales de **Basilichthys microlepidotus** para su longitud total media fluctuó entre los 21.3 – 107.8 (mm) y el peso medio vario entre los 0.09 – 12.91 (gr). En cuanto a las medidas corporales de **Gambusia affinis**, este presentó una longitud total media que fluctuó entre los 25 – 38.1 (m) y el peso medio vario entre los 0.09 – 0.75 (gr).
3. Se ha determinado diferencias en los caracteres morfométricos entre las estaciones muestreadas de los esteros Limache y Viña del Mar para la especie **Basilichthys microlepidotus**, y entre las estaciones del río La Ligua para **Gambusia affinis**.
4. Se da en general para las dos especies, un crecimiento semejante al de tipo isométrico en la mayoría de los cuerpos de agua, con excepción de los esteros Limache (E2) y Viña del Mar (E5) en que se presenta alometría para la especie **Basilichthys microlepidotus** y en el estero Guaquén y río La Ligua (E1) para **Gambusia affinis**.
5. Se determinaron los factores de condición de ambas especies, para determinar el grado de robustez y la conveniencia de ciertos lugares, según a los parámetros físico-químicos del medio y el grado de incidencia que estos

representan para las especies estudiada, estando este representado para **Basilichthys microlepidotus** por: el río Petorca (K = 8.9463) y estero Casablanca (K = 5.0564), aguas con una mineralización que varía de débil (0.2–0.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a excesiva ( $>8$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) con valores de conductividad que fluctúa entre los 0.4–14.7 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), una concentración de oxígeno que fluctúa entre los 5.35–9.84 (mg/L) y un pH que varía dentro del rango 6.03–7.64. Para **Gambusia affinis** esta representado por: esteros Guaquén (K = 8.5228) y Casablanca (K = 7.7314) y río La Ligua, estación E1 (K = 7.0629), un pH que fluctúa entre los 6.3–7.64 y una concentración de oxígeno que varía dentro del rango 6.0–7.2 (mg/L).

6. Los parámetros físico-químicos tales como; pH, oxígeno disuelto, conductividad y sólidos disueltos, medidos en cada estación representativa de los cuerpos de agua cumplen los estándares de permanencia de la vida acuática, establecido en la Norma chilena 1.333. Excluyéndose las medidas de oxígeno disuelto de los esteros Viña del Mar y El Sauce, donde se encontró niveles bajos aceptados en los estándares.
  
7. Se ha logrado establecer los grados significativos, de mayor a menor importancia, de los parámetros físico-químicos considerando las variables morfométricos de las especies **Basilichthys microlepidotus** y **Gambusia affinis**. Los parámetros físico-químicos que presentaron incidencias significativas, de mayor a menor importancia sobre los caracteres morfométricos de **B. microlepidotus** fueron; conductividad eléctrica (p = 0.00..), oxígeno disuelto (p = 0.00..) y pH (p = 0.007), donde la conductividad presenta un mayor grado que el oxígeno disuelto y el pH, debido al valor del estadístico Lamda de Wilks. Para la especie **G. affinis** se encontró que los parámetros pH y oxígeno disuelto presentan influencia sobre los caracteres morfométricos y que el pH (p = 0.0001) es de mayor grado que el oxígeno disuelto (p = 0.0003), la conductividad (p = 0.3473) no presentó ningún tipo de incidencia en esta especie.

8. Con respecto a la relación de los sólidos disueltos con los caracteres morfométricos de ambas especies en los cuerpos de agua; Petorca, Limache y Viña del Mar, se encontró que los sólidos disueltos presentan incidencia significativa sobre las medidas corporales de los peces **B. microlepidotus** con  $p = 0.005$ , sin embargo, este mismo factor no presentan ningún grado de incidencia significativa ( $p > 0.05$ ) sobre las medidas corporales de los peces **G. affinis**.
  
9. De acuerdo a la hipótesis planteada, ésta se acepta, ya que no sólo se descubrió que hay cierta relación de los factores ambientales estudiados sobre los caracteres morfométricos de los peces, si no más bien, que existe una gran incidencia de los parámetros oxígeno disuelto, conductividad, pH y sólidos disueltos sobre las medidas corporales (LT y W) de los peces, pudiéndose visualizar en los valores altos del factor K por especie.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALIAGA. C y DA VENEZIA.** 2003. Comunidades de peces dulceacuícolas y diadromas de las desembocaduras de ríos y esteros de la V Región. Seminario para optar al Título de Profesor de Biología y Ciencias. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, Valparaíso.
2. **AMIGO. C.** 1974. Contribución al conocimiento de la biología de la fauna íctica del Lago Peñuela. Memoria para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Pesquerías. Universidad Católica de Valparaíso.
3. **ÁVALOS. V.** 2003. Informe de expedición al río Petorca. Museo de Historia Natural de Valparaíso.
4. **ARRATIA. G, ROJAS. G & CHANG. A.** 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Museo Nacional Historia Natural, N° 34.
5. **BAEZA. M.** 1998. Ictiología del Estero Limache. Seminario para optar al Título de Profesor de Estado en Biología y Ciencias. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, Valparaíso.
6. **BARRÍA. D & BORÉ. D.** 1978. Calidad del agua del Estero Limache como afluente del futuro embalse los Aromos. Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Pesca. Universidad Católica de Valparaíso.
7. **BECHARA. J.** 1993. El papel de los peces en el control de la estructura de las comunidades bénticas de ecosistemas lóticos. En: Boltovskoy. A & López. H (Editores). Conferencia de Limnología Dr. R.A. Ringuelet. La Plata: 143-157.
8. **BISTONI. M, HUED. A, VIDELA. M y SAGRETTI. L.** 1999. Efectos de la calidad del agua sobre las comunidades ícticas de la región central de Argentina. Revista Chilena de Historia Natural, N° 72: 325-335.

9. **CAMPOS. H.** 1970. Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. Noticiario Mensual Museo Historia Natural Chile, N° 162: 6-9.
10. **CAMPOS. H.** 1973. Lista de peces de aguas continentales de Chile. Not. Men. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile (198-199): 3-14.
11. **CAMPOS. H.** 1982. Zonación de los peces en los ríos del sur de Chile. Actas VIII Congreso Latinoamericano de Zoología. Zoología Neotropical, N° 2: 1417-1431.
12. **CAMPOS. H, et al.** 1984. Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysén continentales. Medio Ambiente 7(1): 52-64.
13. **CAMPOS. H, RUIZ. V, GAVILAN. J y ALAY. F.** 1993. Los peces del río Biobío. Serie Publicaciones de divulgación. Vol. 5. F. Faranda y O. Parra (Ed.) 100 pp.
14. **CAMPOS. H, et al.** 1998. Categorías de Conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Anales. Mus. Nac. Hist. Nat. 47: 101-122.
15. **COMTE. S, & VILA. I.** 1987. Modalidad reproductiva de *Basilichthys microlepidotus* Jenyns (1842) en el río Choapa. (Pises: Atherinidae). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso 18: 85-93.
16. **DAZAROLA. G.** 1972. Contribution a l'étude de la faune ichthyologique de la Región Valparaíso, Aconcagua (Chili). Annales de Limnologie, 8 (21): 87-100.
17. **DE BUEN. F.** 1959. Los peces exóticos en las aguas de Chile. Investigaciones Zoológicas Chilenas, 5: 103-135.

18. **DUARTE. W, FEITO. R, JARA. R, MORENO. C y ORELLANA. A.** 1971. Ictiofauna del sistema hidrográfico del río Maipo. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile, 32:227-268.
19. **DYER. B.** 2000. (a) Sistematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. Estudios Oceanológicos. Universidad de Antofagasta. 19: 77-98.
20. **DYER. B.** 2000. (b) Revisión sistemática de los pejerreyes de Chile (Teleostei, Atheriniformes). Estudios Oceanológicos. Universidad de Antofagasta. 19: 99-127.
21. **EIGENMANN. C.** 1927. The fresh water fishes of Chile. Memoirs National Academy of Sciences 2: 1-63.
22. **FROESE. R & PAULI. D.** Editors. 2003. FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponible en: <http://www.fishbase.org>
23. **GLADE. A.** (ed). 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal. 2º Edición. 67 pp.
24. **GRANADO. C.** 1996. Ecología de peces. Universidad de Sevilla – Secretariado de la U.S. Publicación N° 45.
25. **GONZÁLEZ. S, GEZAN. M y MANRÍQUEZ. T.** 1996. En: Geografía de Chile, Geografía V Región de Valparaíso. Instituto Geográfico Militar.
26. **HABIT. E, GONZÁLEZ. S y VICTORIANO. P.** 2002. Alcance sobre el uso sustentable de la ictiofauna de sistemas fluviales. Theoria, Universidad del Bío-Bío. Vol. 11: 15-20.

27. **HABIT. E, VICTORIANO. P y RODRÍGUEZ. A.** 2003. Variaciones espacio-temporales del ensamble de peces de un sistema fluvial de bajo orden del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 76: 3-14.
28. **INN.** Norma Chilena Oficial 1.333 de 1978. Modificada en 1987. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.
29. **JAKSIC. F.** 1996. *Ecología de los vertebrados de Chile*. Edición Pontificia Universidad Católica de Chile.
30. **JOHNSON. R y WICHERN. D.** 2002. *Applied multivariate statistical análisis*. Prentice Hall, New Jersey.
31. **KINKELIN. P.** 1991. *Tratados de las enfermedades de los peces*. Zaragoza, España; ACRIBIA.
32. **KRISTAL-HOMSI y ASOCIADOS LTDA.** 1996. Estudio de impacto ambiental de las descargas de aguas servidas industriales, residenciales y otras en la cuenca del río Aconcagua, Chile. 246 pp.
33. **LAGLER. K.** 1984. *Ictiología*. Primera edición en español. AGT. Editor, S.A.
34. **LE CREN. D.** 1951. The length-weight relationships and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*).
35. **MAPFRE, FUNDACIÓN.** 1994. *Manual de contaminación ambiental*. MAPFRE, S.A.
36. **MATTHIAS. U & MORENO. H.** 1983. Estudio de algunos parámetros físico-químicos y biológicos en el río Medellín y sus principales afluentes (Colombia). *Actualidades Biológicas*. Vol. 12, Nº 46: 106-117.

- 37. MORENO. C & MORAN. A.** 1981. Sobre la introducción de *Gambusia affinis holbrooki* (Girard) y *Carassius carassius* (Linnaeus) en el río Maipo, Chile. Bol. Soc. Biol. Concepción 52: 95-102.
- 38. NIEMEYER. H y CERECEDA. P.** 1984. Hidrografía. En: Geografía de Chile. Tomo VIII. Instituto Geográfico Militar, Stgo.
- 39. PEQUEÑO. G.** 1995. Peces. En: Simonetti, J. (ed). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT.
- 40. PINTO. M y VILA. I.** 1987. Relaciones tróficas del género *Orestias* en el sistema hidrográfico Lauca. An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso 18: 77-84.
- 41. QUIROZ. S.** 1999. Ecología de poblaciones de peces en el estero de Viña del Mar. Seminario para optar al Título de Profesor de Estado en Biología y Ciencias. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación.
- 42. R&Q. INGENIERÍA LTDA.** 1993. Caudales Ecológicos en Regiones IV, V y Metropolitana. Memoria. Tomo 1.
- 43. REICHENBACH-KLINKE.** 1980. Enfermedades de los peces. 2ª ed. Zaragoza, España, ACRIBIA.
- 44. REYES. X.** Efectos de contaminantes industriales y urbanos sobre los peces dulceacuícolas de la zonas de Valparaíso y Aconcagua. Memoria para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Pesquerías. Universidad Católica de Valparaíso.
- 45. RUIZ. V.** 1993. Ictiofauna del río Andalién (Concepción, Chile). Gayana, Zool., 57 (2): 109-278.

- 46. RUIZ. V.** 1996. Ictiofauna del río Laja (VIII Región, Chile): Una evaluación preliminar. Bol. Soc. Biol. Concepción 67: 15-21.
- 47. SALIBAN. A.** 1977. Aclimatación de *Gambusia affinis holbrooki* (Girard, 1859) de Chile en soluciones de alta salinidad. Noticiario Mens. Mus. Nac. Hist. Nat.
- 48. SILVA. A.** 1975. Relación longitud-peso y análisis del factor de condición estacional del pejerrey argentino (*Basilichthys bonariensis*) del lago de Peñuelas. Memoria para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Pesquerías. Universidad Católica de Valparaíso.
- 49. VARI. R & MALABARBA. L.** 1998. Neotropical. Ichthyology: An. Overviw in phylogeny anda classification of neotropical fishes. L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, U.S. Lucena & C.A.S. Lucena (Ediqucrs).
- 50. VILA. I, FUENTES. L y CONTRERAS. M.** 1999. Peces límnicos de Chile. Boletín del Museo Nac. Hist. Nat., Chile 48: 61-75.
- 51. VILA. I, FUENTES. L y SAAVEDRA. M.** 1999. Ictiofauna en los sistemas límnicos de la Isla Grande, Tierra del Fuego, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 72: 273-284.
- 52. WELCOMME. R.L.** 1988. Internacional introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries department. 181 pp.
- 53. ZUNINO. S, ARANCIBIA. J y VILLASEÑOR. R.** (ed). 2000. Línea de base quebrada Guaquén V Región. Informe preliminar. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación.
- 54. ZUNINO. S y RIVERA. R.** (ed). 2000. Línea de Base estero Casablanca, Tunquén. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación.

**55. ZUNINO. S.** 2001. Determinación de las comunidades ícticas dulceacuícolas en tres cursos exorreicos con diferentes grados de alteración ambiental en la V Región. Mus. Hist. Nat. Valparaíso.

## APÉNDICE A

### Análisis de Varianza Multivariante (MANOVA One- Way)

#### A.1 Introducción.

El Análisis de Varianza Multivariante (en nuestro caso bivalente), es una generalización del análisis de varianza univariado (ANOVA), utilizado para comparar las medias de varias poblaciones, que en nuestro análisis corresponde a las diferentes estaciones de muestreo, considerando simultáneamente todas las variables medidas (peso y longitud). Esta técnica multivariante, debe realizarse siempre que se estén comparando entre sí dos o más grupos de variables.

#### A.2 Modelo MANOVA One-Way.

$$X_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, \dots, n_j$$

$$j = 1, \dots, k$$

Donde,

$X_{ij}$  = Vector de respuesta  $i$  – ésima en el  $j$  – ésimo tratamiento.

$\mu$  = Vector de Media Global

$\tau_j$  = Vector correspondiente al  $j$  – ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = Vector de errores aleatorios

Supuesto:

$\varepsilon_{ij}$  son independientes e idénticamente distribuidos  $N_p(\mathbf{0}, \Sigma)$

La Prueba de Hipótesis de interés es:

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k \quad v / s \quad H_1 : \tau_i \neq \tau_j \quad \text{para algún } i \text{ distinto de } j.$$

Estadístico de Prueba:

$$\Lambda = \frac{|\mathbf{W}|}{|\mathbf{B} + \mathbf{W}|} \sim \Lambda(p, n - k, k - 1)$$

Donde,

$\mathbf{W}$  : Matriz de suma de cuadrados y productos del error.

$\mathbf{B}$  : Matriz de suma de cuadrados y productos entre tratamientos.

Región de Rechazo:

$$R.C. = \{ \Lambda / \Lambda < \Lambda_{\alpha}(p, n - k, k - 1) \}$$

### A.3 Intervalos de Confianza Simultáneos.

La construcción de Intervalos de Confianza Simultáneos se utiliza cuando se rechaza la hipótesis nula y se necesita determinar qué componentes contribuyen al rechazo. Estos tienen la siguiente estructura:

$$I.C_{100(1-\alpha)\%} \mathbf{a}^t (\tau_j - \tau_k) \in \left[ \mathbf{a}^t (\bar{\mathbf{x}}_j - \bar{\mathbf{x}}_k) \pm \left\{ \frac{\theta_{\alpha}}{1 - \theta_{\alpha}} \mathbf{a}^t \mathbf{W} \mathbf{a} \left( \frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_k} \right) \right\}^{1/2} \right]$$

Donde:

$\theta_{\alpha}$  : Percentil  $\alpha$ -ésimo superior de la distribución de la mayor raíz característica de Roy.

$\mathbf{a}$  : Vector no aleatorio  $\in R^p$

## APÉNDICE B

### Análisis de Regresión Lineal Múltiple Multivariante

#### B.1 Introducción.

El análisis de Regresión múltiple multivariante tiene por objetivo predecir el comportamiento de un grupo de variables dependientes, en nuestro caso el peso y la longitud de los peces, a partir de un conjunto de variables independientes, parámetros físicos y químicos en este análisis medidos a diferentes cuerpos de agua. También, se puede utilizar para evaluar el efecto de las variables independientes, sobre las variables dependientes.

#### B.2 Modelo de Regresión Lineal Múltiple Multivariante

Se considera el siguiente modelo:

$$Y = XB + U$$

Donde,

**Y** : Matriz de  $p$  variables respuesta o dependientes observadas a  $n$  individuos, de dimensión  $(n \times p)$

**X** : Matriz de variables regresoras o independientes, de dimensión  $(n \times q)$

**B** : Matriz de parámetros desconocidos no aleatorios, de dimensión  $(q \times p)$

**U** : Matriz de errores aleatorios no observados, de dimensión  $(n \times p)$

Supuestos:

**U** es una matriz de errores aleatorios, la cual se supone proviene de una distribución  $N_p(0, \Sigma)$ .

La prueba de Hipótesis de interés es:

$$H_0 : CB = 0$$

Donde,

**C**: matriz no aleatoria de dimensión  $(g \times q)$

Esta prueba de hipótesis puede ser evaluada por un análisis de varianza multivariante, por lo tanto el estadístico de prueba está dado por:

$$\Lambda = \frac{|\mathbf{E}|}{|\mathbf{H} + \mathbf{E}|} \sim \Lambda(p, n - q, g)$$

Donde,

**E** : Matriz de suma de cuadrados y productos del error.

**H** : Matriz de suma de cuadrados y productos de la Regresión.

Región de Rechazo:

$$R.C. = \{ \Lambda / \Lambda < \Lambda_{\alpha}(p, n - q, g) \}$$