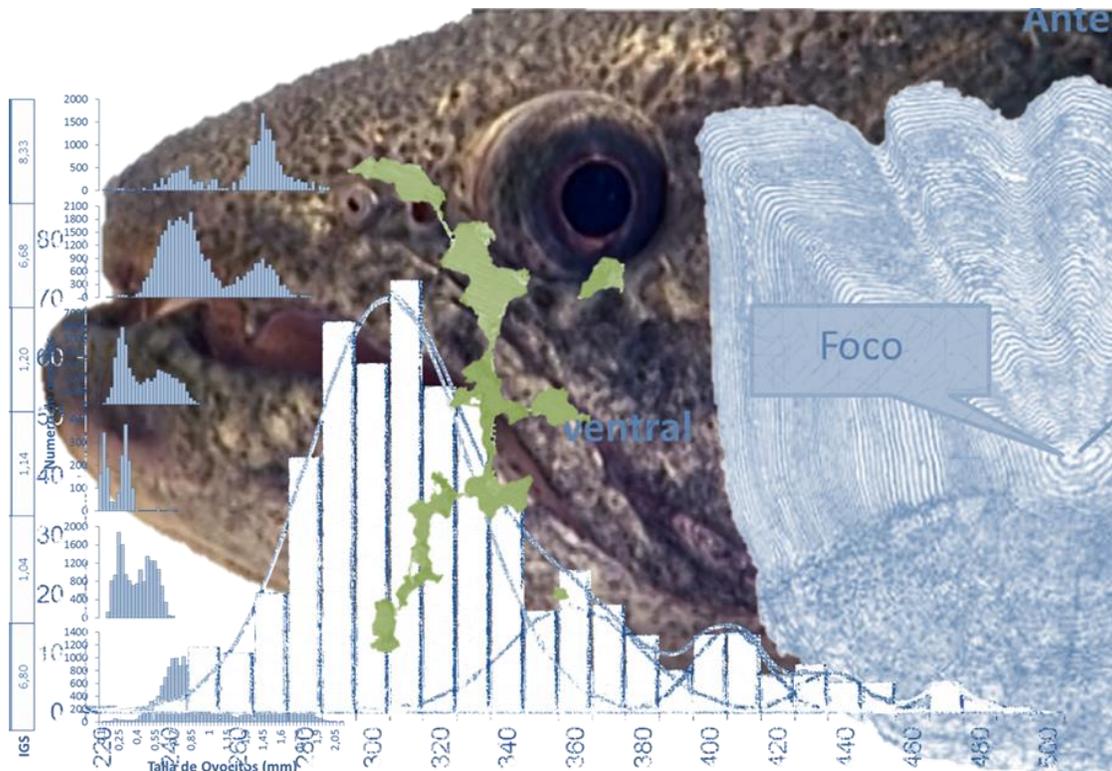


Trabajo de tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales



**Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo**

**Ecología poblacional de la tararira, *Hoplias argentinensis*
(Rosso, González-Castro, Bogan, Cardoso, Mabragaña, Delpiani,
Díaz de Astarloa, 2018) en la cuenca baja del río Salado**



Lic. Leandro Balboni

2021

Directores:

Hugo Luis López – Darío César Colautti



Índice

Agradecimientos	1
Resumen.....	3
Abstract	7
Capítulo 1.....	11
Sobre la especie y el área de estudio. Construcción de hipótesis y objetivos	11
1.1- La especie.....	12
1.1.1- Ubicación taxonómica	12
1.1.2- Descripción morfológica.....	16
1.1.3- Origen y distribución	17
1.1.4- Aspectos Fisiológicos.....	18
1.1.5- Ciclo de vida y hábitos alimentarios	20
1.2- Área de estudio	21
1.2.1- La pampa deprimida y sus lagunas	21
1.2.2- Explotación pesquera de las lagunas del partido de Chascomús.....	27
1.3- Hipótesis y objetivos	30
1.3.1- Hipótesis.....	30
1.3.2- Objetivos generales	30
Capítulo 2.....	31
Sobre el plan de muestreo, las lagunas y los artes de pesca	31
2.1- Plan de muestreo	32
2.1.1- Muestreos	32
2.1.2- Campañas realizadas	32
2.2- Las lagunas	34
2.2.1- Laguna Yalca.....	34
2.2.2- Otras lagunas.....	36
2.3- Métodos de captura	39
2.3.1- Descripción de los artes de pesca desarrollados	39
2.3.2- Aplicación de los artes de pesca	46
2.3.3- Estandarización de los artes de pesca	47
2.3.4- Resultados de la aplicación de los artes de pesca	48
2.4- Tratamientos de los ejemplares capturados	63



2.4.1- En campo.....	63
2.4.2- En laboratorio.....	63
2.5- Discusión y conclusiones	64
Capítulo 3.....	65
Biología reproductiva	65
3.1- Introducción	66
3.2- Índices gonadosomático, su relación con otros índices y variables ambientales	69
3.2.1- Materiales y métodos.....	69
3.2.1.1- Índices biológicos	69
3.2.1.2.- Variables ambientales	72
3.2.2- Resultados.....	73
3.2.2.1- Índices gonadosomático y otros índices biológicos	73
3.2.2.2- Variables ambientales	76
3.3- Ciclo gonadal en escala macroscópica.....	79
3.3.1- Materiales y métodos.....	79
3.3.2- Resultados.....	80
3.4- Ciclo de maduración ovocitaria.....	89
3.4.1- Materiales y métodos.....	89
3.4.1.1- Ciclo de maduración ovocitaria	89
3.4.1.2- Fecundidad	89
3.4.2- Resultados.....	91
3.4.2.1- Ciclo de maduración ovocitaria	91
3.4.2.2.- Fecundidad	93
3.5- Proporción de sexos	98
3.5.1- Materiales y métodos.....	98
3.5.2- Resultados.....	98
3.6- Discusión y conclusiones	99
Capítulo 4.....	105
Análisis de edad, crecimiento, supervivencia y producción.....	105
4.1- Introducción	106
4.2- Materiales y métodos	108
4.2.1- Edad y crecimiento	108



4.2.2- Crecimiento en peso	111
4.2.3- Mortalidad, supervivencia y producción	111
4.2.4- Producción neta	112
4.3- Resultados.....	114
4.3.1- Edad y crecimiento	114
4.3.2- Crecimiento en peso	121
4.3.3- Mortalidad, supervivencia y producción	123
4.3.4- Producción neta	125
4.4- Discusión y conclusiones	128
Capítulo 5.....	133
Alimentación	133
5.1- Introducción	134
5.2- Materiales y métodos	137
5.2.1- Hábitos alimentarios	138
5.2.2- Análisis de la composición trófica	139
5.3 Resultados:.....	144
5.3.1 Hábitos alimentarios.....	144
5.3.2- Análisis de la composición trófica	146
5.4 Discusión y conclusiones	155
Capítulo 6.....	158
Comparación de la población de tarariras de Yalca con las de otras lagunas muestreadas ...	158
6.1- Introducción	159
6.2- Materiales y Métodos	160
6.3- Resultados.....	161
6.3.1- Capturas por unidad de esfuerzo y estructuras de tallas.....	161
6.3.2- Relación Peso-Largo:	162
6.3.3- Índice gonadosomático y otros índices	164
6.4- Discusión y conclusiones	168
Capítulo 7	173
Integrador. Consideraciones finales	173
Bibliografía.....	177



Agradecimientos

Más tarde que temprano, pero siempre en el tiempo justo, porque estos tuvieron que ser los tiempos y no otros, porque a veces y solo a veces la vida te lleva por otros caminos que te alejan un poco de las “metas inmediatas”, pero no importan cuán lejos te alejes de ellas, porque si el objetivo es claro...siempre se alcanzan.

Así que hoy no me queda más que agradecer. Empezando por mis padres Mirta y Marino quienes me dieron los medios y la libertad para poder elegir mi camino y mi hermano Diego, quien siempre con ganas de darme un mano, me abrió la cabeza y me hizo entender cuál era mi vocación.

A mis hijas, Ambar, Paloma y Sofía las que me hacen encarar cada día de mi vida como si fuera el primero, el último, el único, porque así son ellas, porque ellas me conducen a seguir adelante, siempre.

A Lujan y Gabriela, por estar, acompañar y sostener, durante el desarrollo de esta tesis.

A mis directores, Dario, Hugo y Claudio, que me guían por esta larga carrera profesional que nunca acaba, (por suerte), porque en ellos me seguiré volcando, porque como a los amigos, los elegí y lo seguiré haciendo para seguir formándome.

A mis compañeros, colegas y amigos, Darío, Lolo, Javi, Pato, Sergio, Leo, Florencia, Diego, Pablo, Jorge, Daniela, Nicolas, Javier Gustavo, el Tucu y Santiaguito, con los que compartimos campañas, anécdotas, consejos, risas, discusiones, congresos, momentos, buenos momentos.

A Leo, y el vasquito quienes me abrieron las puertas de su casa para que pueda acceder a la laguna Yalca y pudiera hacer mis muestreos.

A la educación pública libre y gratuita, a la querida Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, quienes me dieron las herramientas para poder lograr mis metas profesionales.



Al CONICET, quien financio mis becas de doctorado

Al Instituto Biotecnológico de Chascomús, que fue mi segunda casa, que me alojó y me dio un lugar para poder desarrollar la tesis.

A los miembros del jurado de esta tesis, Daniela, Juan Jose y Alejandra por sus valiosísimos aportes, que sin lugar a dudas me ayudaron a mejorar y enriquecer este manuscrito.

Al equipo Malabar producciones, especialmente a Lucas por facilitarme algunas de las imágenes del manuscrito.

A todos ellos les agradezco y dedico esta tesis.



Resumen

En esta tesis se propone conocer la ecología de la tararira, denominada hasta hace poco como *Hoplias malabaricus* y recientemente identificada como *Hoplias argentinensis*. Este cambio implica que los resultados obtenidos son de los primeros para la especie. Por tratarse de un predador tope, reviste interés desde el punto de vista ecológico y pesquero, en los cuerpos de agua pampásicos. Es sabido que el área de estudio representa su límite meridional de distribución natural debido a las bajas temperaturas e inestabilidad hidrológica que además afectarían la dinámica de sus poblaciones. Considerando lo planteado se propusieron las siguientes hipótesis y objetivos generales:

Hipótesis

- El funcionamiento biológico y poblacional de tararira en las lagunas pampeanas se encuentra regulado fundamentalmente por factores ambientales (ej. fotoperiodo, temperatura y precipitaciones) y por lo tanto es densoindependiente.
- Dado que el ambiente determina que la abundancia poblacional de la especie resulte muy variable en el tiempo, las pautas de manejo deben ser dinámicas.

Objetivos generales:

- Evaluar diferentes tópicos de la biología de la tararira *H. argentinensis* en las lagunas de la cuenca baja del río salado y su sincronización con la estacionalidad.
- Analizar diferentes aspectos de la dinámica poblacional de la tararira y su respuesta a las variables ambientales.
- Describir cuestiones relevantes de la ecología de esta especie en las lagunas pampeanas de la cuenca baja del río Salado
- Sobre la base de los conocimientos generados, proponer pautas de manejo para el aprovechamiento sostenible de la especie.



Con el objetivo de testear las poblaciones de tararira se realizaron muestreos en 5 lagunas de la cuenca baja del río Salado, con características ambientales, fisonómicas y topográficas diferentes. La regularidad de muestreo fue mensual en una de ellas (Yalca) y estacional en las otras (Lacombe, El Burro, Vitel, y Chascomús). Se emplearon artes de pesca activos (ranio y red de arrastre) y pasivos (espineles, trampas, red agallera y red trasmallo) y se estimaron las capturas por unidad de esfuerzo tanto en número como en peso para cada arte de pesca y laguna resultando más eficientes los espineles y las trampas. Los ejemplares capturados se distribuyeron en un amplio rango de tallas, aunque en todas las lagunas se observó un grupo diferente de tallas predominantes. No se registraron ejemplares menores a 220 mm de longitud estandar.

Se trataron diferentes aspectos reproductivos durante un ciclo anual, su relación con el índice gonadosomático eviscerado (IGSe), índice hepatosomático eviscerado (IHSe), índice somatosomático (ISS) y el índice de condición relativo eviscerado (Kne), como así también con temperaturas promedio del agua (TA), horas luz (HL) y precipitación promedio porcentual (PPP). Los valores de IGSe en las hembras, presentaron los valores más altos y con mayor dispersión a mediados de primavera, cayendo hacia fines de verano, indicando que éste es el periodo reproductivo, ya que durante los meses fríos los IGSe fueron bajos y poco dispersos. En el caso de los machos el IGSe no mostró cambios significativos durante el ciclo anual. Los valores de ISS en hembras presentaron patrón opuesto al presentado por el IGSe durante el ciclo anual. En cambio, para los machos no se observaron tendencias. El IHSe presentó un patrón de cambio de valores medios similares en ambos sexos, con marcas máximas entre mayo y noviembre para la Yalca y entre mayo y julio en el resto de las lagunas.

El análisis de correlación entre los índices biológicos y los parámetros ambientales reveló relaciones significativas positivas entre el IGSe con TA, Horas luz HL y PPP, y negativas entre el IGSe con ISS y el ISS con HL y PPP en el caso de las hembras. Por lo tanto, se comprobó que los parámetros ambientales considerados, cumplen un rol en la regulación de la fisiología general y de ciclo de maduración ovárico en particular. En este sentido, las horas luz representarían al factor que modula de



manera general la maduración de los ovarios, y el incremento del nivel hidrométrico producto de las precipitaciones, acompañado del incremento de las temperaturas, activaría la maduración final de las gónadas y el desove de la especie. Este proceso pudo describirse macroscópicamente a partir de los cambios de aspectos de las gónadas (6 estadios para las hembras y 4 para los machos). El análisis de diámetros ovocitarios, permitió detectar dos tandas de tamaños de ovocitos con modas bien definidas, evidenciando la existencia de maduración parcelada y la capacidad de desovar más de una vez entre los meses de noviembre a enero. La fecundidad, presentó una relación significativa de tipo lineal con el peso y con el volumen del ovario. La fecundidad parcial (número de ovocitos maduros o por hembra) promedio, fue de 11432 ($\pm 4414,89 \pm 6240-19323$). La capacidad de desovar en más de una oportunidad en sintonía con disparadores ambientales como indicadores de condiciones favorables, sumado al cuidado parental, conformarían los rasgos principales de la estrategia reproductiva de la especie.

Se analizó la edad y el crecimiento de la tararira, a partir de la lectura de marcas en escamas. Se reconocieron dos cohortes con un máximo de 5 edades. La estructura de edades de la población de tarariras en la laguna Yalca se caracterizó por la baja frecuencia de individuos mayores a tres años. Mediante análisis de incremento marginal se evidenció un patrón estacional de crecimiento, donde la máxima tasa se alcanza durante los meses de calor y se minimiza en los meses con temperaturas por debajo de 15 °C. Los parámetros de la curva de von Bertalanffy para las cohortes identificadas fueron para la cohorte 1 $L_t^\infty = 623,60$, $K = 0,43$, $t_0 = 0,34$ y para la cohorte 2, $L_t^\infty = 514,51$, $K = 0,73$, $t_0 = 0,35$. No se detectaron diferencias significativas en el crecimiento entre sexos. A partir de la estructura de edades de la población se obtuvo la curva de mortalidad de la especie en la laguna Yalca: $N_t = 1817,857 e^{-1,466t}$. El elevado valor de mortalidad es factible que presente grandes oscilaciones en función de las variaciones climáticas e hidrológicas particulares en que se desarrollen las poblaciones ya que influyen profundamente en la dinámica poblacional de la especie. El análisis de la producción de una cohorte en Yalca indicó que la máxima biomasa se obtiene cuando las tarariras llegan a 1,75 años de edad.



Respecto a los hábitos alimenticios se registró un elevado número de estómagos vacíos y que 10 especies de peces compusieron la dieta de *H. argentinensis*, representando 80 % del total de los ítems alimenticios. El número total de peces ocupó más del 92% en la composición de la dieta. Entre los peces, el bagarito, *Parapimelodus valenciennis* triplicó los valores en número y peso respecto del resto de los ítems alimentarios, quedando como el componente más relevante de la dieta seguido por otros peces de pequeño porte.

El análisis integral de los resultados y las observaciones realizadas durante el estudio, permiten determinar que el funcionamiento de las poblaciones de tararira en la región pampeana se encuentra regido de manera global por factores denso-independientes entre los que se destacan las horas luz, la inestabilidad hídrica y la temperatura, que afectan sensiblemente y de manera diferente a la especie, año a año, determinando reclutamientos disímiles en número de ejemplares y cambios amplios en las tasas decrecimiento y mortalidad. Esta dinámica, polarizada en ciclos plurianuales, posee fuertes implicancias socioeconómicas provocando el apogeo y ocaso de pesquerías basadas en la especie. El desafío de los administradores pesqueros es generar normas de manejo asumiendo la alta variabilidad de las poblaciones de la especie para maximizar el rendimiento de la pesca.



Abstract

The aim of this thesis is to study the ecology of the tararira, previously known as *Hoplias malabaricus* and recently identified as *Hoplias argentinensis*. This change implies that the results obtained in this thesis are among the first for the species. As a top predator, it is of interest from an ecological and fishing point of view in Pampean water bodies. The study area is within the southern limit of its natural distribution, where the low temperatures and hydrological instability would also affect the dynamics of its populations. Taking these considerations into account, the following hypotheses and general objectives were proposed:

Hypotheses

Biological and population functioning of the tararira in Pampean shallow lakes is mainly regulated by environmental factors (eg: photoperiod, temperature and precipitations) and therefore, it is density-independent.

Given that the environment determines that the population abundance of the species is highly variable over time, management guidelines must be dynamic.

General objectives

- To evaluate different topics of tararira *H. argentinensis* biology in the shallow lakes of the lower basin of the Salado River and their synchronization with seasonality.
- To analyze different aspects of the population dynamics of the tararira and its response to environmental variables.
- To describe relevant issues of the ecology of this species in the Pampean shallow lakes of the lower Salado River basin.
- To propose management guidelines for sustainable use of the species, based on this new knowledge.

In order to test tararira populations, regular seasonal samplings were carried out in five shallow lakes of the lower Salado River basin, with different environmental,



physiognomic and topographic characteristics. Sampling regularity was monthly in one of them (Yalca) and seasonal in the others (Lacombe, El Burro, Vitel, and Chascomús). Active (ranio and trawl) and passive (longlines, traps, gillnet and trammel net) fishing gear were used and the catches per unit of effort were estimated both in number and weight for each fishing gear and waterbody, resulting more efficient longlines and traps. The captured specimens were distributed in a wide range of sizes, although different groups of predominant sizes were observed in all shallow lakes. No specimens smaller than 220 mm in standard length were recorded. Different reproductive aspects were considered during an annual cycle, their relationships with the eviscerated gonadosomatic index (IGSe), eviscerated hepatosomatic index (IHSe), somatosomatic index (ISS) and eviscerated relative condition index (Kne), as well as with mean water temperatures (TA), daylight (HL) and percentage of mean precipitation percentage (PPP). Female IGSe values were highest and with greatest dispersion in the middle of spring, falling at the end of summer, suggesting that spring is the reproductive period; during cold months the IGSe were low and little dispersed. In the case of males, the IGSe did not show significant changes during the annual cycle. ISS values in females presented the opposite pattern to that of the IGSe during the annual cycle. In contrast, no trends were observed for males. The pattern of change of IHSe presented similar mean values in both sexes, with maximum marks between May and November for Yalca and between May and July in the rest of shallow lakes.

Correlation analysis between biological indices and environmental parameters revealed significant positive relationships between IGSe with TA, HL and PPP and negative between IGSe with ISS, and ISS with HL and PPP. Therefore, the considered environmental parameters were found to play a role in regulating the general physiology and the ovarian maturation cycle. In this sense, the daylight hours would be the factor that generally modulates the maturation of the ovaries; the increase in the hydrometric level as a result of the rainfall, accompanied by the increase in temperatures, would activate the final maturation of the gonads and the spawning of the species. This process could be described macroscopically from the changes in the gonads (6 stages for females and 4 for males). The analysis of oocyte



diameters allowed the detection of two batches of oocyte sizes with well-defined modes, evidencing the existence of parcel maturation and the ability to spawn more than once from November to January. Fertility presented a significant linear relationship with weight and ovary volume. Average partial fertility (number of mature oocytes or per female) was 11432 ($\pm 4414.89 \pm 6240-19323$). The ability to spawn more than once, in tune with environmental triggers as indicators of favorable conditions, added to parental care, would be the main features of the reproductive strategy of the species. The age and growth of the tararira were analyzed from the scale marks. Two cohorts with a maximum of five ages were recognized. The age structure of the Tararira population in the Yalca shallow lake was characterized by low frequency of individuals older than three years. By means of a marginal increase analysis, a seasonal pattern of growth was evidenced, where the maximum rate is reached during hot months and is minimized in months with temperatures below 15 °C. Von Bertalanffy parameters curve were for cohort 1, $L_t = 623.60$, $K = 0.43$, $t_0 = 0.34$, and for cohort 2, $L_t = 514.51$, $K = 0.73$, $t_0 = 0.35$. No significant differences in growth were detected between sexes. Mortality curve of the species was obtained from the age structure of the Yalca population: $N_t = 1817.857 e^{-1.466t}$. High mortality value is likely to present large oscillations depending on the particular climatic and hydrological variations in which populations develop, since they profoundly influence the population dynamics of the species. The analysis of the production of a cohort in Yalca indicated that the maximum biomass is obtained when tarariras reach 1.75 years of age.

Regarding feeding habits, a high number of stomachs were empty, and 10 species of fish made up the *H. argentinensis* diet, representing 80% of the total food items. Fish items total number occupied more than 92% in the diet composition. Among fish items, the bagarito, *Parapimelodus valenciennis* tripled in number and weight the rest of the food items, remaining as most relevant component of the diet followed by other small fish.



Comprehensive analysis of the results and observations made during the study, indicate that functioning of populations of tararira in the Pampean region is globally governed by dense-independent factors. Among them, daylight, hydric instability, temperature are the most relevant, affecting differentially the species populations year after year, determining dissimilar recruitments in number of specimens, as well as wide changes in growth and mortality rates. This dynamics, polarized in multi-year cycles, has strong socioeconomic implications, causing the rise and fall of fisheries based on the species. Challenge for fisheries managers is to generate management standards assuming the high variability of the species' populations to maximize fishing performance.



Capítulo 1

Sobre la especie y el área de estudio. Construcción de hipótesis y objetivos

1.1- La especie

- 1.1.1- Ubicación taxonómica
- 1.1.2- Descripción morfológica
- 1.1.3- Origen y distribución
- 1.1.4- Aspectos Fisiológicos
- 1.1.5- Ciclo de vida
- 1.1.6- Hábitos alimenticios

1.2- Área de estudio

- 1.2.1- La pampa deprimida y sus lagunas
- 1.2.2- Explotación pesquera de las lagunas del partido de Chascomús

1.3- Hipótesis y objetivos

- 1.3.1- Hipótesis
- 1.3.2- Objetivos



1.1- La especie

1.1.1- Ubicación taxonómica

Hoplias argentinensis (Rosso, González-Castro, Bogan, Cardoso, Mabragaña, Delpiani y Díaz de Astarloa, 2018), figura 1.1.1



Figura. 1.1.1. *Hoplias argentinensis*, Tararira

La tararira, *Hoplias argentinensis* (Rosso et al., 2018), es un pez neotropical perteneciente al orden Characiformes. El orden reúne cerca de 3235 especies agrupadas en 24 familias (Fricke et al., 2020). Los integrantes de este orden se caracterizan por tener una gran variedad de configuraciones anatómicas, comportamientos tróficos y reproductivos. La familia Erythrinidae a la cual pertenece la tararira es relativamente poco diversa, incluyendo solo 19 especies (Fricke et al., 2020) distribuidas en tres géneros, todos endémicos de América del Sur y Central: *Erythrinus*, *Hoplerythrinus* y *Hoplias*, todos ellos con representantes en la Argentina (Liotta, 2006), *Erythrinus erythrinus* (Bloch y Schneider, 1801), *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Spix & Agassiz, 1829), *Hoplias lacerdae* (Miranda-Ribeiro, 1918), *Hoplias australis* (Oyakawa & Mattox, 2009), *Hoplias mbigua* (Azpelicueta et al., 2015), *Hoplias misionera* (Rosso et al., 2016) y *H. argentinensis* (Rosso et al., 2018).

El nombre genérico *Hoplias* es una derivación de la palabra griega hoplón, cuyo significado es armadura (Ringuelet et al., 1967). Esto hace referencia a la fuerte coraza craneana que caracteriza a los especímenes de las especies que componen este género. Según la descripción original de Bloch (1794), el epíteto específico “*malabaricus*” se adjudicó (posiblemente) por confusión con la localidad tipo, creyéndose que este pez provenía de las localidades de Malabar o Trenquebar, ambas costas de la India. Sin embargo, sería Surinam la localidad tipo para la



especie, aunque no hay evidencias concretas de ello (Bertollo et al., 2000). Algunos nombres vernáculos relacionados con la especie son para la Argentina: tararira, talalila, taralila, tornasol, tarucha, tarango, trucha criolla, dientudo, Brasil: traira, trahila, Colombia: moncholo.

Descrita por Bloch (1794), probablemente en Surinam (Figura 1.1.2) como *Esox malabaricus*, la tararira, actualmente es denominada como *H. argentinensis*.

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Osteichthyes
Clase	Actinopterygii
Subclase	Neopterygii
Infraclase	Teleostei
Superorden	Ostariophysi
Orden	Characiformes
Suborden	Erythrinioidei
Familia	Erythrinidae
Género	<i>Hoplias</i> (Gill, 1903)
Especie	<i>H. argentinensis</i> (Rosso, et al., 2018)

Figura.1.1.2. Clasificación taxonómica de la tararira *Hoplias argentinensis* (Rosso et al., 2018), según Sistema de Información Taxonómica Integrada, ITIS.

Revisiones taxonómicas muy recientes del género *Hoplias*, sugieren que la tararira conocida como *H. malabaricus* no estaría presente en la Cuenca del Plata. Particularmente, la especie que habita en la región pampeana ha sido considerada en una nueva descripción y ahora recibe el nombre de *H. argentinensis*. De este modo, esta tesis representaría el primer aporte concreto a la biología de esta nueva especie. Esto no es un punto menor, ya que todo el conocimiento sobre la biología de *H. malabaricus* debería ser revisado para saber a qué entidad corresponde,



incluso muchas de las comparaciones entre poblaciones realizadas en esta tesis, deberían ser consideradas a nivel genérico.

Hoplias argentinensis, Diagnosis: Los márgenes mediales de los dentarios contralaterales que convergen abruptamente a la sínfisis mandibular en vista ventral, cuatro poros latero-sensoriales en los dentarios y la presencia de placas dentales en los huesos basihial y basibranchial diagnostican esta nueva especie como miembro del grupo *H. malabaricus*. El número de escamas predorsal (17-19) y vértebras (42-43) distinguen *H. argentinensis* de *H. misionera* (escamas 15-17 y 39-40 vértebras) y *H. malabaricus* (15-16 escamas y 39-41 vértebras). El número de escamas de la línea lateral (41-44) distingue *H. argentinensis* de *H. malabaricus* (37-40). *H. argentinensis* difiere de *H. misionera* en la última serie vertical de escamas en la base de los radios de la aleta caudal (formando una línea recta vs una línea curva, respectivamente), en el número de branquiespinas en el primer epibranchial (11-13 vs. 10-11, respectivamente) y radios de la aleta dorsal (13-14 vs. 14-16, respectivamente). El patrón de color de la parte inferior mandibular distingue *H. argentinensis* (bandas marrones ausentes) de *H. mbigua* (cinco bandas transversales marrones). El número de escamas alrededor del pedúnculo caudal distingue *H. argentinensis* de *H. microlepis* (20 vs 22-24, respectivamente). *H. argentinensis* se puede distinguir además de *H. teres* por la profundidad del hocico (16,6-23,2 vs. 24,4- 26,6% longitud cefálica, respectivamente) y ancho (18,4-24,9 vs. 29,4-29,5% longitud cefálica, respectivamente). Además, *H. argentinensis* se caracteriza por una cabeza mas corta, mayor distancia predorsal y cuerpo más alto en la base de la aleta dorsal (Rosso et al., 2018).

Hasta el momento se describieron 3 especies dentro de lo que se conocía como *H. malabaricus* en la Argentina (Azpelicueta et al., 2015; Rosso et al., 2016; Rosso et al., 2018) y la evidencia molecular (Cardoso et al., 2018), sugiere que en el continente habría unas 11 especies más, bajo ese nombre. Esta situación condiciona por el momento la posibilidad de reordenar el conocimiento existente



sobre diferentes aspectos del género *Hoplias*. No obstante, y a pesar de que la especie objeto de estudio en este trabajo es *H. argentinensis*, se optó por organizar la información y realizar las comparaciones conforme la sistemática y el conocimiento clásicos del género ya que la incertidumbre actual sobre las especies de *Hoplias* no posibilita aún organizar la información de manera adecuada. Teniendo en cuenta lo comentado, cada vez que se utilizaron trabajos sobre *H. malabaricus* con fines comparativos se tuvo especial atención en hacer referencia al sitio en el cual se obtuvieron los ejemplares. Esto permitirá a futuro, en caso de ser necesario, reinterpretar resultados y replantear discusiones.



1.1.2- Descripción morfológica

Es un pez alargado, robusto, macizo y cilíndrico cubierto de gruesas escamas cicloideas con línea lateral completa y abundante mucus. Su cabeza cuboide es ligeramente comprimida dorso-ventralmente y desprovista de cualquier estructura dérmica. La boca terminal es grande surtida de dientes caniniformes con distinto grado de desarrollo dispuestos en una sola hilera en el margen de la boca. Además, posee dientes del mismo tipo sobre los huesos pterigoideos. La mandíbula inferior posee una fuerte musculatura y un incipiente prognatismo. Ojos de posición dorsolateral.

Presenta entre 42-43 vértebras. Posee tres aletas impares, una gran aleta dorsal, notablemente retrasada, una aleta caudal dificerca de contornos redondeados, una aleta anal y dos juegos de aletas pares: pectorales y pélvicas. Carece de aleta adiposa. La aleta pectoral presenta de 9 a 14 radios. La aleta dorsal 8 a 15 radios y 3 radios rudimentarios. La aleta anal posee entre 10 y 12 radios. El número de escamas presentes en la línea lateral varía de 41 a 44. Por encima de dicha línea presenta 7 hileras de escamas, mientras que por debajo de ella exhibe tan solo 5 hileras, 20 escamas alrededor del pedúnculo caudal, la última serie de escamas verticales en la aleta caudal casi recta. Además, presenta entre 17 y 19 escamas predorsales. El ancho del hocico representa entre 18,4-24,9% de la longitud estándar (Ringuelet et al., 1967; Paiva, 1972, Rosso et al., 2018).

El color puede variar del marrón oscuro-verdoso al amarillento amarronado, siempre con bandas verticales más oscuras. Sin bandas marrones distintivas en la mandíbula inferior. Ventralmente la cabeza presenta un dibujo de manchas oscuras y claras. El vientre presenta un color marfil amarillento uniforme. En la membrana de las aletas pueden aparecer pequeñas manchas circulares. La variación en la tonalidad se debe a la gran cantidad de melanóforos distribuidos en su piel, lo que permite a la especie mimetizarse con el ambiente.

En estado adulto su talla oscila entre 200 a 500 mm de longitud total, con pesos que rondan los de 200 a 1400 g, aunque se han capturado ejemplares de más de 600 mm y 3500 g.



1.1.3- Origen y distribución

Según estudios paleontológicos los miembros más antiguos del orden Characiformes tienen sus orígenes hace más de 100 millones de años (Ringuelet et al., 1967). Si bien la familia Erythrinidae se conoce desde el Cretácico superior (Maastrichtiano) de Sud América, (Gayet y Meunier 1998) el género *Hoplias* tiene su registro más tardío en el Mioceno medio en la formación La Venta, Colombia (Lundberg, 1997). Trabajos citogenéticos evidencian que la especie habría surgido hace 77-65 millones de años en el Cretácico Superior en la actual región amazónica, diferenciándose en por lo menos 7 citotipos diferentes lo que hace que la tararira sea incluida en un grupo de especies crípticas (Grassi, 2005).

Dado que, en el último millón de años se han producido aproximadamente 15 glaciaciones o periodos fríos (Grassi, 2005), es probable que la temperatura haya influido en la distribución actual de la especie. De hecho, a pesar de que la tararira se halla presente en casi todas las cuencas hidrográficas de América del Sur, no habita las cuencas trasandinas y patagónicas, limitada por las bajas temperaturas al igual que muchos integrantes de la fauna íctica paranoplatense.



1.1.4- Aspectos Fisiológicos

La tararira puede frecuentar un amplio rango de ambientes acuáticos, eso incluye cuerpos de agua eutróficos con altos niveles de amonio, bajas concentraciones de oxígeno, concentraciones variables de salinidad, amplio rango de temperatura (Rosso, 2006). Esto demanda un gran número de respuestas por parte de los organismos que consisten en ajustes morfológicos, fisiológicos y moleculares (Hochachka y Somero, 1973; 1984) para poder contrarrestar este tipo de variaciones que están asociados en muchos casos a factores antrópicos, (desagües cloacales, agricultura, ganadería).

Cabe mencionar que la forma no ionizada del nitrógeno amoniacal, el amoniaco NH_3 es muy tóxica. Las proporciones relativas de este compuesto son reguladas principalmente por el pH: a pH 7,2, alcanza el 1 %, a pH 8,3 el 10 %, y a pH 9,2 llega al 50 % (Mariñelarena y Gómez, 2008). La exposición aguda a valores críticos de pH alcalinos produce una inhibición de la excreción de amonio por las branquias y alcalosis respiratoria (elevación del pH plasmático), el efecto sería puramente tóxico. Valores de $\text{pH} > 9$ suelen ser normales en algunas lagunas pampeanas (Conzonno et al., 2001; Mariñelarena y Gómez, 2008). Sin embargo, la tararira tiene la capacidad de eliminar el nitrógeno plasmático generando urea en aguas alcalinas. Es decir, son organismos ureotélicos (ureogénicos) facultativos (Moraes y Polez, 2004).

Con respecto al déficit de oxígeno, la tararira puede tolerar vivir en aguas con bajas concentraciones de este gas utilizando como fuente de energía el glucógeno almacenado en el hígado y los aminoácidos del músculo (Moraes et al., 1996). Aunque no en todos los estadios de vida posee la misma capacidad, a medida que aumenta el tamaño, las larvas poseen actividad respiratoria en la cola, a través de una fuerte irrigación, y a medida que crecen, comienzan a incrementar la superficie respiratoria en sus branquias (Fernández et al., 1994).

Con relación a la temperatura la especie presenta un amplio rango de temperatura relacionada al consumo de alimento de 14-30 °C. Por fuera de esta amplitud térmica el consumo y, por ende, el crecimiento comienza a disminuir. A lo largo de su distribución neotropical la tararira presenta escenarios diferentes en



torno a esta variable, llevando a la especie a tener un crecimiento diferencial y una influencia general en su fisiología que incluye periodos de letargo en las zonas más meridionales. Es así, que los ejemplares de poblaciones halladas en países tropicales con temperaturas casi constantes de 28 °C son más pequeños y presentan un crecimiento más lento. Mientras que las tarariras de la pampásia, con variaciones térmicas estacionales que oscilan entre 16 y 26 °C alrededor de 220 días, son más grandes y con una tasa de crecimiento mayor (Balboni et al., 2011).



1.1.5- Ciclo de vida y hábitos alimentarios

Según estudios realizados en Brasil, *H. malabaricus* alcanzaría su madurez sexual después del primer año (Pinto Paiva, 1972), o luego del segundo o incluso el tercer año de vida (Godoy, 1975). Resultados diferentes se encontraron en Colombia con tallas de primera madurez aproximadas a los 300 mm, donde el animal alcanzaría los dos años y medio de vida (Betancur-Vazquez et al., 2004; Martins, 2009). La maduración de los ovocitos es progresiva, resultando en desoves parcelados o en tandas a intervalos de 15 días, cada uno constituido por aproximadamente de 2500 ovocitos (Pinto Paiva, 1972). La puesta consiste en un aglomerado de huevos esféricos de color amarillento pálido de unos 1,7-2,0 mm de diámetro que se aglutinan debido a sus cápsulas adhesivas. En la provincia de Buenos Aires la época reproductiva comienza a mediados de noviembre hasta fines febrero inclusive, teniendo su pico entre diciembre y fines de enero. A comienzo de la primavera, cerca de la orilla, la pareja elige una zona vegetada para desovar (Agostinho y Julio jr., 1999). Para ello inicia la construcción del nido, que consta básicamente de una oquedad de aproximadamente 50 cm de diámetro por 30 a 50 cm de profundidad en la vegetación acuática. El nido suele estar cubierto por vegetación flotante a modo de tapiz con lentejas o repollitos de agua, en estos casos la tararira abre un claro sobre la entrada al nido para dar paso a la entrada de luz y calor (Ramírez, 1963). Dependiendo de la temperatura el embrión eclosiona a los 2/4 días con una talla de 6-8 mm, durante este tiempo, uno de los adultos continúa cerca de la puesta ventilando la misma a través de sus aletas pectorales (Lowe-McConnell, 1999). Al eclosionar, la larva presenta una reserva de vitelo que lo consumen en aproximadamente 7 días. Luego de esta etapa, las larvas que ya poseen dientes comienzan a alimentarse, ingiriendo microscrutáceos e incluso incurrir en el canibalismo si la disponibilidad de alimento fuera escasa. Esta práctica se ve reflejada también en la naturaleza en los estados juveniles y adultos (Rosso, 2007). Cuando alcanzan una longitud total de 100 mm (4-5 meses de edad), comienzan a alimentarse de pequeños peces, en régimen mixto que continua hasta alcanzar los 160 mm. De ahí en adelante la alimentación se restringe a peces incurriendo en la ingesta de camarones y esporádicamente insectos (Paiva, 1974).



1.2- Área de estudio

1.2.1- La pampa deprimida y sus lagunas

El presente trabajo se llevó a cabo en la zona denominada pampa deprimida Bonaerense (Frenguelli, 1956), situada aproximadamente entre los 34° y 37° Latitud Sur y 57° a 63° Longitud Oeste. Debe este nombre al hecho de que se halla sobre una depresión tectónica, cuyas partes más profundas están recorridas por sus dos cursos de agua principales; el río Salado, y el Arroyo Vallimanca junto con las lagunas encadenadas del Sudoeste. El área contiene numerosos cuerpos de agua lénticos que se distribuyen en su mayor parte en dos cuencas principales; la septentrional o del Salado y el grupo diagonal o de la cuenca endorreica del sudoeste (Frenguelli, 1956), actualmente ambas están vinculadas por canales artificiales y vuelcan sus aguas en el Río de la Plata (Figura 1.2.1.1).

El clima en esta región de América del Sur, se define como templado húmedo, sin temporada seca con veranos calurosos e inviernos suaves con temperaturas medias anuales que rondan los 15,3°C, con un gradiente decreciente norte-sur, con una reducción estimada de aproximadamente un grado centígrado por grado latitudinal. Las precipitaciones en esta región son moderadas a abundantes y se concentran entre el final de la primavera y principios de otoño, siendo el verano la estación más lluviosa (Rosso, 2006). El gradiente de humedad aumenta desde el sudoeste (650 mm) al noreste (1200 mm) con un claro patrón de aumento de oeste-este hacia el norte (Quirós, 2005). Las precipitaciones medias anuales en la región rondan los 800 mm (Quirós y Drago, 1999), sin embargo, en las cercanías de la laguna Chascomús los registros alcanzan los 1055 mm anuales (Torremorel et al., 2007). No obstante, las precipitaciones pueden fluctuar de un año a otro encontrándose periodos de inundación-sequía que afectan el funcionamiento ecosistémico y las comunidades de peces del humedal y sus lagunas (Quirós, 2005). Los vientos presentan una velocidad media anual de 10,1 km h⁻¹ (Torremorel et al., 2007).



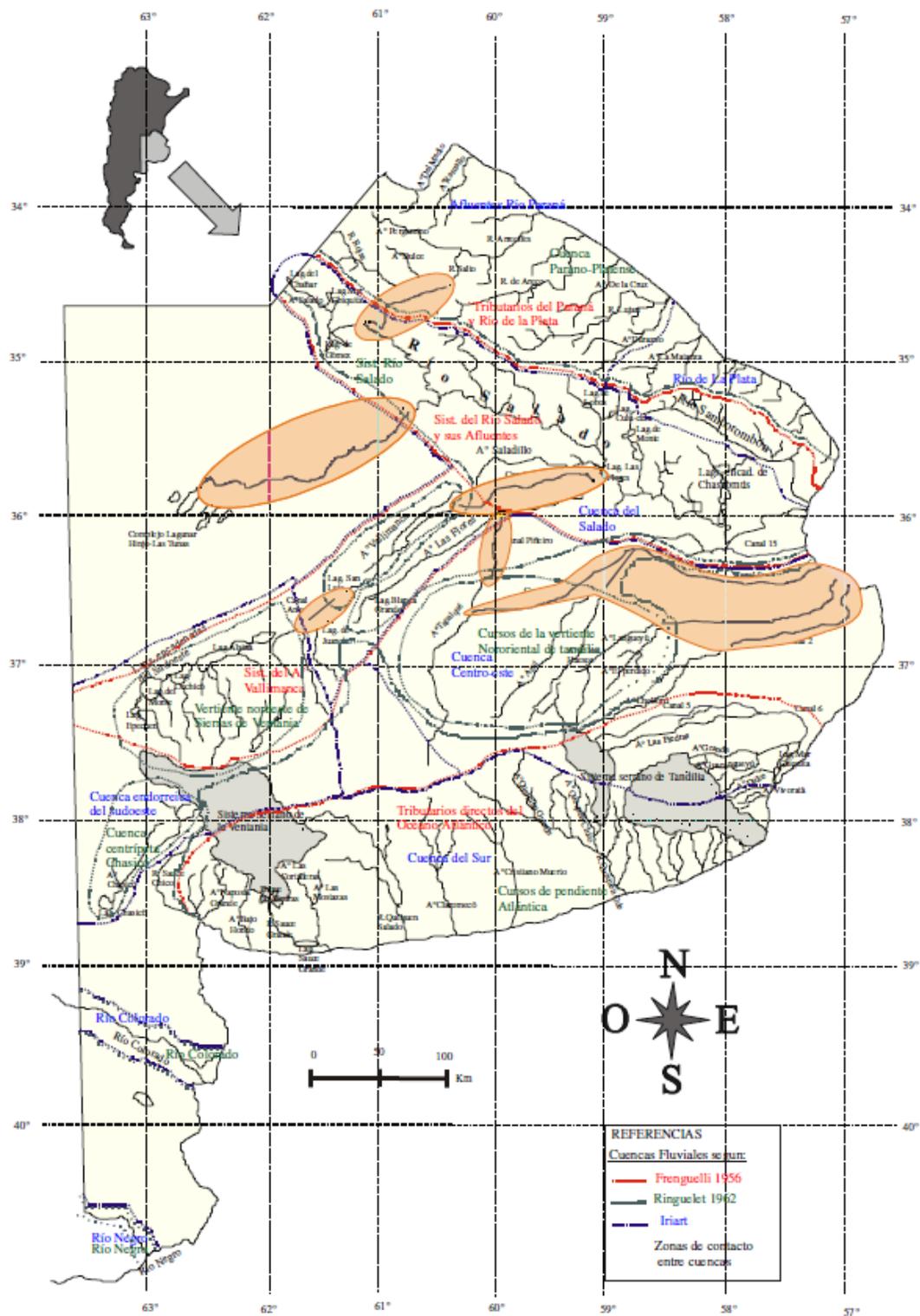


Figura. 1.2.1.1. Provincia de Buenos Aires, red hidrográfica y cuencas según diversos autores (Colautti, 1997).



Los cursos de agua en la pampa deprimida bonaerense son escasos y exceptuando los de mayor caudal que presentan meandros y barrancas bajas, el resto son de flujo discontinuo y de rumbo indefinido. El conjunto constituye un sistema hidrológicamente inmaduro, caracterizado por la preponderancia del escurrimiento superficial laminar en períodos de inundación, gran cantidad de cursos de agua paralelos, escasas confluencias, cuencas cerradas, lagunas y pantanos interpuestos en los cursos, arroyos que terminan en lagunas y escasez de ambientes lóticos de diferente orden. Se trata de una red hídrica en estado elemental, consecuencia de un levantamiento reciente del terreno. Topográficamente el área se define como una inmensa llanura con escasa pendiente, lo cual condiciona un importante desarrollo de ambientes lénticos: las lagunas Pampásicas Bonaerenses (Frenguelli 1956). En la zona considerada, las lagunas, con una longitud máxima mayor a 500 m, suman algo más de 420 (Toresani, et al., 1994). Estas lagunas son cuerpos de agua permanentes o temporarios, cuyo tamaño puede variar de pocas hectáreas hasta aproximadamente 50 km² como la laguna de Cochicó (Guaminí) y La Salada Grande (Gral. Lavalle y Gral. Madariaga). Sin embargo, todas tienen contorno más o menos regular, cubetas playas de forma rectangular o con leve declive, que determinan perfiles transversales en forma de palangana o bandeja respectivamente (Ringuelet, 1972). Si bien las lagunas de esta región se caracterizan por ser poco profundas, con profundidades media de 1,3-2 m, es importante destacar que, aunque la profundidad media y la máxima estén altamente relacionadas entre sí, ambas profundidades están muchos menos relacionadas con la superficie del espejo de agua. La profundidad media de una laguna pampeana típica, cualquiera sea su tamaño, corresponde aproximadamente al 70% de su profundidad máxima (Quirós, 2005). No obstante, esta relación está sujeta a cambios vinculados a períodos de inundación y sequía lo que determina gran inestabilidad hidrológica, química y biológica. Entre los condicionantes del nivel hidrológico se pueden mencionar por orden de importancia el régimen de lluvias, de evaporación y la altura del freático (Dangavs et al., 1990). Estos cuerpos de agua no presentan estratificación térmica ni química a lo largo del año excepto por periodos muy breves. En base a su



salinidad se las clasifica dentro del rango que va de oligohalinas a mesohalinas; presentando un gradiente creciente hacia el sur y el oeste. La conductividad es fluctuante, al igual que la salinidad. El pH es levemente alcalino, el nitrato y el fosfato están presentes en tenores medios a elevados. Dado el avance acelerado de acumulación de material autóctono, su estado trófico es típicamente eutrófico; aunque según la ubicación puede llegarse a estados de halitrofia por exceso de evaporación (Ringuelet, 1962). La transparencia medida con disco de Secchi oscila entre los 15 y 30 cm, aunque en circunstancias especiales se han registrado valores máximos de hasta 70 cm y mínimos de 5 cm. Los sedimentos según su granulometría, se clasifican dentro del rango comprendido entre los limo arenosos a limo arcillosos, con abundante materia orgánica y vidrio volcánico.

La vegetación acuática, abundante en muchos casos, muestra los tres grupos principales: 1-Flotante; 2-Sumergida, que a veces llega a ocupar gran parte del cuerpo de agua; 3-Plantas emergidas, que forman amplios cordones a lo largo de los márgenes, principalmente *Schoenoplectus californicus*.

Las lagunas poco profundas, como las que se encuentran en esta región, suelen alternar entre dos estados posibles: uno claro con macrófitas sumergidas, y otra turbia, dominado por fitoplancton. Un tercer tipo de lagunas poco profundas, son las turbias inorgánicas, que son el resultado de un alto contenido en suspensión de materiales inorgánicos, y se caracteriza por la baja biomasa de fitoplancton y la ausencia de macrófitas (Quirós et al., 2002). La diferencia en las comunidades vegetales y en las propiedades físico/químicas que albergan las lagunas de la región, plantean también una gran diferencia entre las comunidades del fitoplancton. No obstante, la comunidad fitoplanctónica está fuertemente influenciada por las macrófitas, en relación directa y/o por competición a partir de algas perifíticas asociados con las plantas superiores (Izaguirre y Vinocur 1994). A grandes rasgos se puede decir que el fitoplancton está dominado por las Clorofitas y las Cianofitas repartidas en porcentajes de un 60% y un 40% respectivamente.

El rasgo más importante del zooplancton es que está representado por organismos netamente holoplanctónicos. En las últimas décadas, se realizaron numerosos estudios para la región, donde se determinó que el zooplancton está



compuesto por 71 sp. de las cuales la mayoría está asociado a rotíferos y estados larvales de copépodos (Boltovskoy et al., 1990, Gabellone et al., 2001, Solari et al., 2002, Benítez y Claps 2000, Claps et al., 2002, Ardohain, 2008, González Sagrario et al., 2009, Colautti et al., 2010, Diovisalvi et al., 2010 y Garcia De Souza, 2014). Acerca de la biomasa zooplanctónica existe escasa información, considerando las numerosas lagunas que alberga la llanura pampeana. No obstante, Quirós (1991) sostiene que la biomasa del zooplancton en las lagunas pampeanas depende de la estructura de la comunidad de peces y que la naturaleza del estado trófico en gran medida se ve afectada por el manejo de la tierra (Quirós et al., 2002) y que, en muchas de ellas, la abundancia del macrozooplancton manifiesta el impacto de la presión de depredación ejercida principalmente por el pejerrey (Garcia de Souza, 2014).

Basándonos en el estudio de Rodríguez Capítulo et al. (1997), referido a un ciclo anual del bentos en la laguna de Lobos; evidenciamos que el grupo de los microcrustáceos está bien representado por los cladóceros (quidoridae, dafnidae, bosminidae, y macrotrícidae) y sus respectivos efiptos que se destacan por su constancia a lo largo del año y su importante biomasa 58,7% en verano y 50% en invierno; asimismo los huevos de resistencia alcanzaron valores entre 40 y 70 % de la biomasa total. El resto de los microcrustáceos está representado por ostrácodos y copépodos (harpacticoideos y ciclopoideos).

Los oligoquetos, tanto náididos como tubificidos se hallan en forma casi exclusiva en los ambientes de mayor flujo de agua y acúmulo de detritos vegetales, dado que aparecen fundamentalmente en los arroyos, sus desembocaduras y en el encausamiento hacia la salida del efluente. Este grupo de invertebrados estuvo presente en forma regular a lo largo del año, pero en densidades relativamente bajas. En el mismo hábitat de los oligoquetos se hallan las mayores concentraciones de nematodos que muestran un pico de densidad en primavera y verano. Los quironómidos siempre presentes en la zona limnética, se distribuyen según las preferencias de cada especie. El grupo de los rotíferos (Bdeloideos) manifiesta constancia a lo largo de todo el año. Una comparación entre los componentes del plancton y el bentos, pone en evidencia que existe mezcla parcial entre ellos



En relación a los peces, más de 570 especies de peces fueron registradas en el país (Mirande y Koerber, 2020), de las cuales 245 se encuentran en la provincia de Buenos Aires, logrando ser la tercera provincia con mayor riqueza, seguidas de las provincias de Misiones y Corrientes con 247 y 272 respectivamente (Liotta, 2006).

Liotta (2006) en su trabajo sobre distribución de peces continentales hace referencia sobre un gradiente decreciente de riqueza específica en sentido NNE-SSO, esta distribución también es replicable a la provincia de Buenos Aires y sus lagunas. La historia ambiental y evolutiva de la región pampeana, acompañada por acciones antropogénicas han permitido establecer de forma permanente en la región 28 especies de peces, agrupadas en 16 familias dentro de 8 órdenes (Rosso, 2007) y 14 especies lo hacen en forma ocasional y no se reproducen en ella (Gómez, 1996). En los climas subtropicales que caracterizan a esta región, el 53% de las especies de peces se agrupan en solo dos órdenes: Characiformes y Siluriformes, pero si solo consideramos a las lagunas, el valor alcanza el 74% (Rosso, 2007). En las lagunas más productivas y con mayor diversidad pueden alcanzar a 19 especies permanentes (Rosso, 2007); pero en el sudoeste Bonaerense el número de las mismas no supera las 8 (Ringuelet, 1975). Además, con relación a la fauna ictícola, la región pampeana presenta patrones ecológicos vinculados a los cambiantes regímenes de temperatura, precipitación y fotoperiodo (Colautti et al., 2015).

En general, gran parte, si no todas las especies de peces que habitan las lagunas pampeanas pueden formar parte de la dieta de la tararira, por lo cual la especie juega un rol preponderante en la región pampeana como reguladora de sus poblaciones ya que son potenciales ítems presa. Así mismo, se incluye como ítems presa también, anfibios, reptiles, pichones de aves acuáticas y pequeños mamíferos.



1.2.2- Explotación pesquera de las lagunas del partido de Chascomús

Las lagunas del partido de Chascomús, pertenecen a un conjunto de lagunas de la cuenca deprimida del río Salado, situada al noreste de la provincia de Buenos Aires. Son cuerpos de agua relativamente cercanos a los centros urbanos, por tal motivo, su aprovechamiento, sea tanto recreativo, deportivo, investigación y/o comercial, hacen de estos, sitios de interés. Entre las actividades más destacadas se pueden mencionar:

Uso recreativo/deportivo

Motonáutica, navegación a vela, windsurf, skysurf, turismo, fotografía. En el año 1972 el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires sancionó la Ley 7837 donde se declara reserva con fines turísticos y deportivos a todas las aguas públicas y del dominio privado del estado excepto aquellas que nacen y mueren dentro de una misma heredad. En 1974, considerando entre otros, intereses socioeconómicos y un manejo racional los recursos pesqueros, se modifica la Ley 7837, permitiendo la pesca de pejerrey y otras especies con restricciones (Colautti, 1997).

Investigación

Innumerables estudios de investigación y divulgación científica, han sido realizados en el pasado y en la actualidad por Institutos y Universidades sobre diferentes aspectos ecológicos y biológicos de las lagunas pampeanas.

Uso comercial

Extracción de junco (*Schoenoplectus californicus*) y totora (*Typha sp.*).

Caza de nutria o coipo, *Myocastor coypus* (Molina, 1782) y zorro gris pampeano, *Licalopex gymnocercus* (Fischer, 1814), pudiendo el producto de la caza (piel), ser comercializado. Por otro lado, la liebre europea, *Lepus europeus* (Pallas, 1778), destinada a abastecer los establecimientos frigoríficos, con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los mercados internacionales.

De todas las especies ícticas de las lagunas bonaerenses, el pejerrey, *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) y tararira, *H. argentinensis* son las más importantes desde el punto de vista deportivo y comercial por el atractivo de su



pesca y por la calidad de la carne. Estas especies presentan una actividad pesquera diferente, siendo la del pejerrey en otoño-invierno y la tararira en primavera-verano.

No obstante, en el pasado se observaba una reticencia al consumo de la tararira, posiblemente, debido a las numerosas y pequeñas costillas “espinas” intramusculares que dificultan su ingesta. Tal es así que los pescadores y pescaderías locales, consiguieron obtener un filet despinado, y un subproducto del sobrante de espinas y carne que después de ser procesados es comercializado como pasta de pescado o manufacturado como hamburguesas. Esto hizo que aumentara notablemente la demanda de esta especie, llegando a cotizarse, según la época de año, más que el filet de pejerrey.

En la cuenca baja del río Salado y particularmente partido de Chascomús siempre fue una especie muy abundante. Según las estadísticas de pesca comercial entre el año 1959 y 1966 las capturas en las lagunas encadenadas de Chascomús, constituyeron el 45,14 % (381.300 kilos), seguido por el pejerrey con un 23,96 % (202.300 kilos). Recientemente sus poblaciones han disminuido debido a la gran presión de pesca comercial y a las mortalidades naturales que se han registrado durante los años 1995, 1996 y 2007. Tal es así que en agosto de 2007 el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, reglamenta la pesca deportiva de la tararira en todos los ambientes de aguas interiores de la provincia, bajo la disposición N° 177 de la Ley 11.477 y su Decreto reglamentario N° 3237/95, estableciendo:

ARTICULO 1°. Reglamentar la Pesca Deportiva de la especie, en todos los ambientes de aguas interiores (lagunas, canales, ríos o arroyos) de la Provincia de Buenos Aires.

ARTICULO 2°. Establecer como talla mínima de captura 40 centímetros de longitud total.

ARTICULO 3°. Establecer como número máximo de ejemplares 3 piezas por pescador y por día.

ARTICULO 4°. Establecer como arte de pesca deportiva el uso de caña y reel para las siguientes modalidades: “Spinning” o “Baitcast”, “Flycast” y pesca con carnada natural; quedando prohibido cualquier otro arte y modalidad de pesca. Para



la modalidad pesca con carnada natural se autoriza el uso de cualquier línea (flote o fondo) confeccionada con hasta un máximo de 1 anzuelo simple con una abertura mínima de 25 milímetros.

ARTICULO 5°. Limitar al uso de 1 caña por pescador como máximo.

ARTICULO 6°. Establecer una veda para la pesca entre el 1° de noviembre de 2007 y el 31 de enero del siguiente año inclusive.

ARTICULO 7°. En el período de Veda establecido por el artículo precedente, y durante los meses de noviembre y diciembre se permitirá la pesca deportiva de la especie solamente los días sábado, domingo y feriados con devolución obligatoria e inmediata en el mismo lugar de pesca y con el menor daño posible.

ARTICULO 8°. En el período de veda establecido por el artículo 6°, y durante el mes de enero se permitirá la extracción y sacrificio de 3 ejemplares de la talla mínima permitida, por persona y por día, solamente los días sábado, domingo y feriados.

ARTICULO 9°. La pesca y el transporte de los ejemplares requerirá como requisito indispensable la tenencia de la Licencia de Pesca Deportiva.

ARTICULO 10. El número máximo de ejemplares de Tararira a acopiar y/o transportar como resultado de su pesca deportiva, es igual al límite diario por pescador.

ARTICULO 11. Prohibir la Comercialización de los ejemplares provenientes de la pesca deportiva.

ARTICULO 12. Las jornadas de pesca deberán coincidir con las horas de luz natural.



1.3- Hipótesis y objetivos

1.3.1- Hipótesis

El estudio que se propone realizar reviste ciertas particularidades ya que apunta al estudio de la ecología de una especie recientemente identificada como *H. argentinensis*, que es un predador tope y que tiene interés pesquero. Además, el área de trabajo se caracteriza por poseer cuerpos de agua con una inestabilidad ambiental que afecta la dinámica de sus poblaciones, y representa su límite de distribución natural. En el marco de este escenario, se propone el presente trabajo en el que se tratarán de probar las siguientes hipótesis:

- El funcionamiento biológico y poblacional de tararira en las lagunas pampeanas se encuentra regulado fundamentalmente por factores ambientales (ej.: fotoperiodo, temperatura y niveles hidrométricos) y por lo tanto es principalmente densoindependiente.
- Dado que el ambiente determina que la abundancia poblacional de la especie resulte muy variable en el tiempo, las pautas de manejo deben ser dinámicas.

1.3.2- Objetivos generales

- Evaluar diferentes tópicos de la biología de la tararira *H. argentinensis* en las lagunas de la cuenca baja del río Salado y su sincronización con la estacionalidad.
- Analizar diferentes aspectos de la dinámica poblacional de la tararira y su respuesta a las variables ambientales.
- Describir cuestiones relevantes de la ecología de esta especie en las lagunas pampeanas de la cuenca baja del río Salado.
- Sobre la base de los conocimientos generados, proponer pautas de manejo para el aprovechamiento sostenible de la especie.



Capítulo 2

Sobre el plan de muestreo, las lagunas y los artes de pesca

2.1- Plan de muestreo

2.1.1- Muestreos

2.1.2-Campañas realizadas

2.2- Las lagunas

2.2.1- Laguna Yalca

2.2.2- Otras lagunas

2.3- Métodos de captura

2.3.1- Descripción de los artes de pesca desarrollados

2.3.2- Aplicación de los artes de pesca

2.3.3- Estandarización de los artes de pesca

2.3.4- Resultados de la aplicación de los artes de pesca

2.4- Tratamientos de los ejemplares capturados

2.4.1- En campo

2.4.2- En laboratorio

2.5- Discusión y conclusiones



2.1- Plan de muestreo

2.1.1- Muestreos

Con el objetivo de estudiar las poblaciones de tararira se realizaron muestreos con una regularidad estacional en 5 lagunas de la cuenca baja del río Salado (Yalca, Lacombe, El Burro, Vitel, y Chascomús), estas lagunas presentan características ambientales, fisonómicas y topográficas diferentes entre sí. Si bien los muestreos presentaron el mismo esfuerzo en todos los sitios, la distribución en el tiempo por sitios fue diferente. No obstante, para obtener un detalle más fino de las estimaciones, la frecuencia de muestreo en la Yalca, fue cada intervalo de 30 a 45 días.

La Yalca, fue elegida como referencia confiable para efectuar comparaciones con los parámetros poblacionales de las otras lagunas; por varios motivos:

1- Yalca es una de las pocas lagunas de la región que no tiene acceso al público.

2- En este cuerpo de agua no se practica ninguna actividad extractiva tanto comercial como deportiva.

3- Al momento de dar inicio al plan de muestreo, la laguna presentaba una población abundante de tarariras.

4- Los propietarios se mostraron interesados en el plan de trabajo y por tal motivo facilitaron la entrada a la laguna y se comprometieron a prestar apoyo logístico durante el programa de muestreo.

2.1.2- Campañas realizadas

De las 37 campañas realizadas, en 34 de ellas se obtuvieron ejemplares. En la siguiente tabla se publica un listado de los muestreos por fecha, lugar y cantidad de ejemplares capturados.



Tabla 2.1.2. Número de tarariras capturadas en las diferentes lagunas.

Fecha	Yalca	Lacombe	El Burro	Vitel	Chascomús	Total
6/3/2005			6			6
22/4/2005					2	2
27/4/2005				1		1
17/5/2005	11					11
26/5/2005					1	1
27/5/2005			19	0	1	20
3/6/2005			28			28
30/6/2005				0		0
4/8/2005					0	0
26/8/2005				22		22
29/8/2005			10			10
14/9/2005		20				20
15/9/2005		28				28
22/9/2005	28					28
22/11/2005	36					36
1/12/2005		4				4
22/12/2005			14			14
27/12/2005	22	10				32
18/1/2006	33					33
21/2/2006				6		6
9/3/2006	23		7			30
20/4/2006		23				23
17/5/2006	11					11
15/6/2006		12				12
15/7/2006	8					8
25/7/2006	52					52
15/9/2006	13					13
26/10/2006	58					58
28/11/2006	70					70
28/3/2007	44					44
11/7/2007	40					40
26/7/2007	104					104
24/8/2007	16					16
13/2/2008	21					21
Total	590	97	84	29	4	804



2.2- Las lagunas

A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de los cuerpos de agua en los que se llevaron a cabo los muestreos.

2.2.1- Laguna Yalca

La laguna Yalca y las Mulas, pertenecientes al partido de Chascomús, forman parte de una cuenca arreica, que en condiciones naturales no depende del sistema de lagunas encadenadas de Chascomús y por lo tanto tampoco pertenece a la cuenca del río Salado. No obstante estas condiciones han sido alteradas por obras hidráulicas que actualmente conectan y drenan los excesos de este cuerpo de agua a la laguna de Chascomús por el sector Este a través del A° San Felipe con una extensión de 5,32 km (Figura 2.2.1).

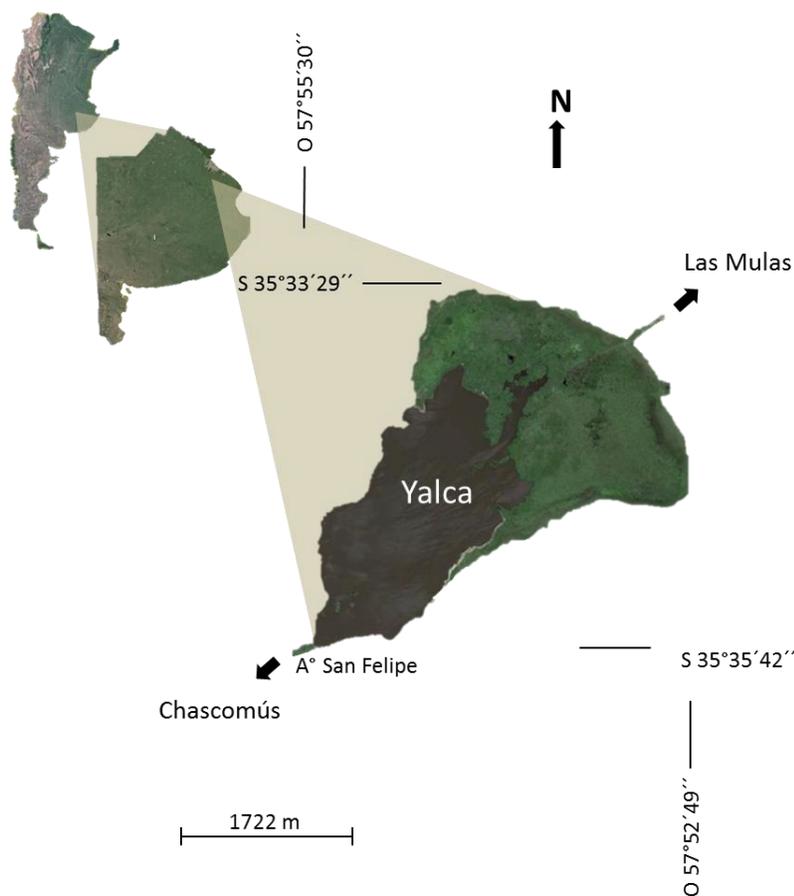


Figura. 2.2.1 Ubicación geográfica de la laguna Yalca. Las flechas negras indican arroyos.



Su cuenca se encuentra abastecida por el exceso de precipitaciones y alimentada en forma permanente por la napa freática. Es un cuerpo de agua de escasa profundidad, lo cual la asemeja a una típica laguna de la región pampeana de fondo regular. Sus aguas son de color pardo rojizo y viran al grisáceo por efecto de los vientos que mezclan y resuspenden sedimentos del fondo con fina granulometría. Las costas que rodean la laguna están constituidas por barrancas bajas de tosca y extensas zonas bajas inundables con playas de pendiente regular y suave declive. Hidrológicamente es inestable, el nivel de aguas, que es extremadamente variable, está sujeto al manejo y a los eventos hídricos de la cuenca. Las lluvias son un factor ecológico de suma importancia en un cuerpo de agua relativamente chico y poco profundo como la laguna Yalca, que propician el amplio desarrollo de vegetación hidrófita. Durante el periodo de estudio más de un tercio del cuerpo de agua permaneció cubierto por densos islotes de vegetación compuestos predominantemente por macrófitas emergentes, *Typha latifolia* (Linneo) y *Androtrichum giganteum* (Kunth).

Según los valores de históricos de pH (1960 y 1970, 2003) las aguas de la laguna Yalca, son neutras o ligeramente ácidas. Presenta una salinidad histórica baja, pudiendo caracterizarse como un cuerpo de agua oligohalino (< 5g/L; según la clasificación de Ringuelet, 1972). En la actualidad la dilución es mayor y por ende su salinidad ha descendido a niveles mínimos (limnética: < 0,5g/L). Al comparar la composición de las muestras de agua de la laguna con la del arroyo surge que básicamente tienen las mismas proporciones de iones, pero la del arroyo de salida se encuentra más diluida. En otras palabras, el agua de la laguna se encuentra levemente más concentrada pero cualitativamente no existen diferencias significativas entre la composición química de ambas muestras.

La laguna Yalca presenta los valores altos de coeficiente de atenuación vertical K_d (PAR) (46,9) y valores bajos de profundidad del disco de Secchi (7 cm). Este cuerpo de agua se caracteriza por su mayor concentración de material inorgánico en suspensión, lo que es típico de lagunas turbias inorgánicas (Sánchez, 2012). Merece destacarse que, a pesar de esto, el agua del arroyo presentaba una



fluida circulación y una transparencia mayor a un metro, esto representa una importante diferencia en las propiedades físicas del medio con respecto a la laguna.

2.2.2- Otras lagunas

La región que abarca los partidos de Chascomús y Lezama se caracteriza por sus importantes recursos acuáticos superficiales, integrando las cuencas de los ríos Salado y Samborombón. De los tributarios del río Salado, el sistema fluvio-lacustre de las “Lagunas Encadenadas de Chascomús-Lezama” es el más significativo, constituido por siete lagunas (Figura 2.2.2.1) de gran magnitud y relevancia, como son: Vitel, Chascomús, Adela, Del Burro, Chis-Chis, La Tablilla, Las Barrancas y cinco cursos que encadenan el sistema, los arroyos Vitel sur, Girado, Manantiales, Tablillas y Casalins (Dangavs y Mormeneo, 2012). Las lagunas se conectan por arroyos de extensión escasa (Fernández Cirelli y Miretzky 2002) y desaguan en el río Salado. Sin embargo, debido a la poca pendiente general de la cuenca, las crecidas del río pueden ocasionar una inversión del sentido del flujo, lo cual provoca el ingreso de agua desde el Salado hacia el sistema de las encadenadas (Chornomaz et al., 2002 y Maizels et al., 2003). Tomando como base la cota IGM de 6,53 m.s.n.m, la laguna Chascomús (35°36´ S, 58°02´ O) ocupa un área de aproximadamente 3000 ha y tiene una profundidad media de 1,53 m (Dangavs, 1976). Debido a la morfología de la cubeta, cuando el espejo de agua excede la cota IGM de 8 m.s.n.m. (momento en el cual la profundidad media es de 3,3 m) la laguna desborda y anega los terrenos circundantes (Diovisalvi et al., 2010).

Por otra parte, la laguna Lacombe se encuentra en el partido de Lezama, provincia de Buenos Aires. Esta laguna es de carácter permanente y pertenece a la cuenca fluvial del río Salado y a la cuenca lacustre del grupo marginal (Toresani et al., 1994). Es una cuenca cerrada, sin comunicación con otras lagunas; su nivel de agua depende de las precipitaciones pluviales, del escurrimiento desde las espadañas o bajos de los campos linderos y, en alguna medida, del nivel de la napa freática que se moviliza según las fluctuaciones del caudal del río Salado (Drago, 2004).



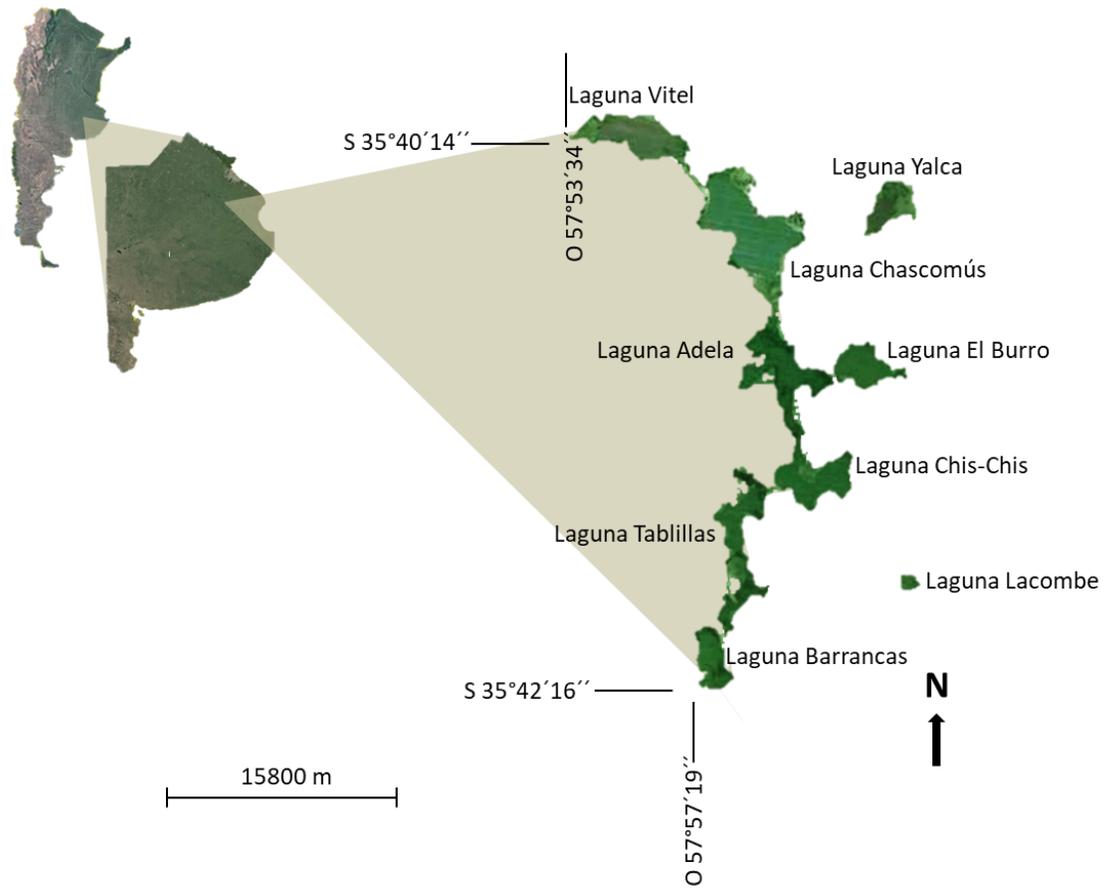


Figura. 2.2.2.1. Ubicación geográfica de las encadenads de Chascomús, Yalca y Lacombe.

Si bien las lagunas pampeanas presentan características que las hacen únicas en el mundo, cada una de ellas presenta particularidades que las destacan del resto. A continuación, se realiza una pequeña descripción y se detallas algunos patrones morfométricos (Tabla 2.2.2.1) de las lagunas que fueron muestreadas en esta tesis:



Tabla 2.2.2.1. Principales parámetros morfométricos de las lagunas muestreadas en esta tesis. Ref.: L.L.C. (Longitud Línea de Costa), D.L.C. (Desarrollo Línea de Costa), Pmed/Pmax (Profundidad media/ Profundidad máxima).

	Laguna				
	Yalca	El Burro	Chascomús	Vitel	Lacombe
Ubicación	S 35°34'45,09?	S 35°41'08,50?	S 35°35'48,74?	S 35°31'45?	S 35°50'03,57?
Geográfica	O 57°54'40,21?	O 57°55'47,44?	O 58°01'27,30?	O 58°06'51?	O 57°53'10,73?
Superficie (Has)	1.062	1.020	3.012,90	1.465	130
Longitud máxima (m)	5.800 (SO-NE)	5.510 (E-O)	9.570 (NO-SE)	7.361 (E-O)	1.750 (N-S)
Ancho máximo (m)	3.540 (SO-SE)	3.410 (N-S)	6.260 (SO-NE)	3.137 (N-S)	1.500 (E-O)
Ancho medio (m)	1.831	1.852	3.147		
L.L.C. (m)	16.150	17.950	28.120	18.945	5.600
D.L.C.	1.4	1.58	1.44		
Volumen total (m ³)	7.239.796	18.193.085	47.015.317	17.200.000	
Profundidad media (m)	0.68	1.78	1.53	1.2	1.07
Profundidad máxima (m)	1.37	2.22	1.9	1.7	2
Pmed/Pmax	0.497	0.802	0.805	0.705	0.535
Superficie vegetada (Has)	651	368	393	100	87.28

La nómina de las especies de peces relevadas de cada laguna se consigna en la tabla 2.2.2.2.

Tabla 2.2.2.2. Nómina de especies de peces de las lagunas muestreadas Ref.: Yalca (Colautti y Remes Lenicov com. pers.); Chascomús, El Burro y Vitel (Baigún et al., 2006; Colautti et al., 2015), Lacombe (Drago, 2004).

Especie			Laguna				
			Yalca	Chascomús	El burro	Vitel	Lacombe
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Kröyer, 1874	Bagarito	X	X	X	X	
<i>Pimelodella laticeps</i>	Eigenmann, 1917	Bagre cantor	X	X	X	X	X
<i>Rhamdia quelen</i>	Quoy et Gaimard, 1824	Bagre sapo	X	X	X	X	X
<i>Hypostomus commersoni</i>	Valenciennes, 1836	Vieja rio	X	X	X	X	
<i>Loricariichthys anus</i>	Valenciennes, 1836	Vieja laguna	X	X	X	X	
<i>Platanichthys platana</i>	Regan, 1917	Mandufia	X	X	X	X	
<i>Cyphocharax voga</i>	Hensel, 1870	Sabalito	X	X	X	X	
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Günther, 1864	Dientudo	X	X	X	X	X
<i>Odontheistes bonaerensis</i>	Valenciennes, 1835	Pejerrey		X	X	X	X
<i>Hoplias argentinensis</i>	Rosso et al., 2018	Tararira	X	X	X	X	X
<i>Astyanax sp.</i>		Mojarra	X	X	X	X	X
<i>Bryconamericus iheringi</i>	Boulenger, 1887	Mojarra plateada	X	X		X	X
<i>Hyphessobrycon anisitsi</i>	Eigenmann, 1907	Mojarra cola roja				X	
<i>Cheirodon interruptus</i>	Jenyns, 1842	Mojarra cola negra	X	X		X	
<i>Cyprinus carpio</i>	Linnaeus, 1758	Carpa	X	X	X	X	
<i>Corydoras paleatus</i>	Jenyns, 1842	Tachuela		X	X	X	X
<i>Jenynsia lineata</i>	Jenyns, 1842	Tosquero				X	X
<i>Australoheros facetum</i>	Jenyns, 1842	San Pedro					X
<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>	Jenyns, 1842	Panzudito					X
<i>Pseudocorinopoma doriai</i>	Perugia, 1891	Mojarra de velo	X				
<i>Callichthys callichthys</i>	Linnaeus, 1758	Cascarudo		X			
<i>Symbranchus marmoratus</i>	Bloch, 1795	Anguila criolla					X
<i>Luciopimelodus pati</i>	Valenciennes, 1835	Patí		X			



2.3- Métodos de captura

2.3.1- Descripción de los artes de pesca desarrollados

Se emplearon diversos artes de pesca con el objetivo de obtener un amplio rango de tamaños de tarariras y de diversidad íctica de las lagunas.

Espineles

Se emplearon dos espineles de 50 m de longitud confeccionada con soga de dacrón de 3 mm de grosor. A lo largo de la misma se distribuyeron cada 1,5 m, 30 mosquetones con esmerillón, trabados entre dos nudos simples. De cada esmerillón se sujetaron brazoladas de 80 cm de largo, construidas con monofilamento de nylon de 0,5 mm de diámetro con un chicote de cable de acero revestido en nylon al final de la misma. En el extremo de cada chicote se ataron anzuelos Mustand 4/0 pata larga (Figura 2.3.1.1 A). Sobre la línea madre, se colocaron cuatro lastres de 500 gr, dos sobre los extremos y el resto separados equidistantemente entre sí. En los extremos, además, se colocó un mosquetón náutico para enganchar los lastres y boyas en el momento de tender el arte (Figura 2.3.1.1 D). En la figura 2.3.1.1, se describen los detalles de construcción según la nomenclatura de Nodelec, (1975). Además, se utilizó un tercer espinel de flote de 50 m de largo con línea madre de soga de nylon. Sobre la línea madre se colocó una boya plástica de 7 cm de diámetro por cada brazolada. Tanto las distancias entre brazoladas como la confección de las mismas siguen el mismo patrón de diseño que los espineles de fondo, los anzuelos utilizados en este espinel fueron Mustand serie 92641, N°5 y 2/0 que se ordenaron en forma intercalada lo largo del espinel.

Modo de operación

La maniobra de tendido del arte se realizó desde embarcación y no presentó dificultades aún bajo condiciones climáticas rigurosas. En primera instancia se encarna el espinel y se coloca en un cesto como se muestra en la figura 2.3.1.1 B y se carga en la embarcación. Una vez en el sitio elegido, se coloca un lastre con boya en el extremo de la línea madre y se fondea. Seguidamente se impulsa la embarcación por acción del viento en línea recta mientras tanto el espinel va



desplegándose sólo a medida que se avanza (Figura 2.3.1.1 C.). Al final de la maniobra se coloca el otro lastre boyado en el extremo libre, (Figura 2.3.1 D).

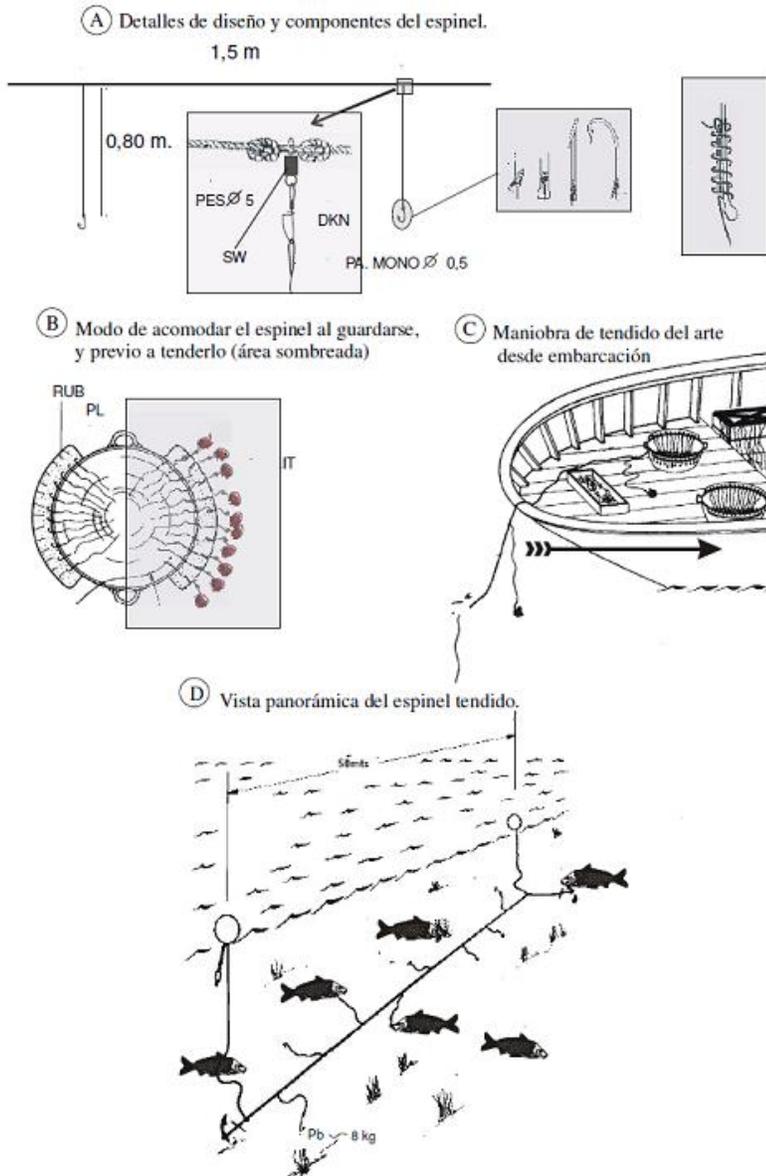


Figura. 2.3.1.1. Espindel. Detalles de construcción y maniobras de tendido. (Colautti, 1997).

Como carnadas se utilizaron peces pequeños enteros (capturados de la misma laguna) de hasta 10 cm de longitud total (Lt). El arte es recuperado con la



misma modalidad con la que fue colocado, teniendo en cuenta comenzar en contra del viento (Figura 2.3.1.2).



Figura. 2.3.1.2 Operación de pesca con espinel.

Trampas

Se construyeron trampas del tipo garlito (Nedelec, 1975) utilizadas en pesquerías de agua dulce en diversas partes del mundo (Figura 2.3.1.4).

Estas consisten básicamente en tubos de red de malla sintética, antigranizo de 0,5 x 1,0 cm de abertura, que se mantienen abiertos por 3 marcos perimetrales de metal de 80 cm de altura y 120 cm de ancho. El primer y segundo marco, sostienen dos conos internos de red orientados hacia la parte posterior, con sus vértices abiertos. Estos conos se mantienen tensos por la acción de cuatro bandas de goma que van desde cuatro puntos equidistantes de su vértice hasta cuatro puntos también equidistantes a los vértices del marco inmediato posterior de la trampa.

En el extremo anterior de la trampa van adosadas tres alas de red de 80 cm metro de altura (dos laterales y una central), su función es la de ampliar la abertura de la boca, y así acrecentar el radio de acción orientando a los peces hacia el interior de la trampa. Los extremos libres de las alas se clavan con hierros al fondo y sirven



mantener armada la estructura por la tensión generada entre estos puntos y un ancla en el extremo opuesto. El largo de las alas laterales en todos los casos se construyó de 2 m, mientras que la central fue de 20 m.

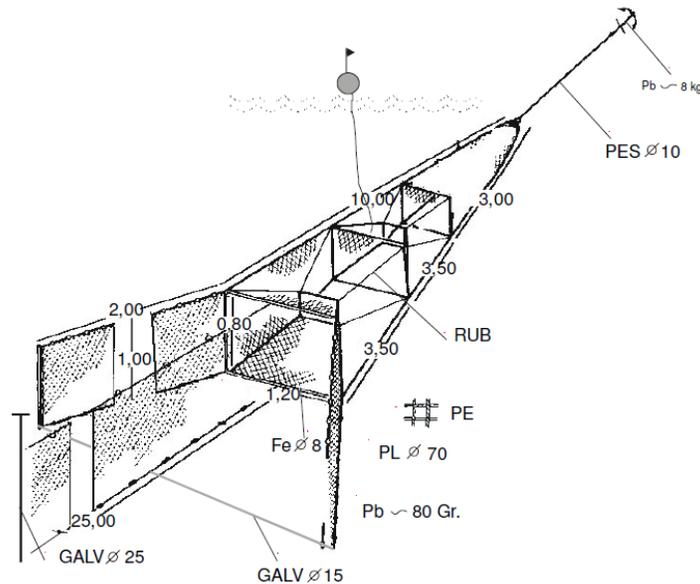


Figura. 2.3.1.4 Detalles de diseño y materiales con que se construyeron las trampas. Las variantes de cada modelo se mencionan en el texto. Modificado de Nedelec, 1975 (Colautti, 1997).

Modo de operación

La maniobra de tendido se efectuó generalmente a pie según los siguientes pasos: primero se clavó el ala principal cerca de la orilla (dependiendo de la profundidad). Luego se acomodó el cuerpo de la trampa a modo de acordeón y se procedió a adentrarse en la laguna perpendicularmente a la orilla hasta que el ala principal quedó tensa.

Para obtener la captura de la trampa se comienza a recoger por el ala mayor hasta llegar a los aros, donde se levantan procurando desplazar la captura hasta el final del tubo que se mantuvo cerrada por una jareta.

Desde la embarcación si bien el proceso es similar, la maniobra es diferente. Se aduja la trampa sobre la proa del bote a modo de un “acordeón”; en su parte posterior (opuesta a la “boca”) se ata un lastre provisto de un fiador. En la parte libre inferior de alas laterales se ata un caño galvanizado separándolas 2 m entre sí. En el extremo libre del ala media, se ata un caño galvanizado de 2,30 m. Una vez en el



sitio elegido se clava el caño del ala mayor y se desplaza la embarcación en la dirección deseada para que la trampa vaya desplegándose. Finalmente se tensiona desde el extremo que queda en la embarcación y se arroja el lastre para que el conjunto quede armado. La captura es retirada abriendo esta “bolsa” en un cajón.

Trenes de redes agalleras

Se armaron dos trenes de redes agalleras de cuatro tamaños de malla. El largo total de cada tren fue de 100 m. Las características del mismo se consignan en la Tabla 2.3.1.1.

Tabla 2.3.1.1 Medidas de las redes agalleras utilizadas.

Tamaño de malla	Ø de hilo	coeficiente de armado	Longitud de malla (m)	Altura de malla (m)
70	0,35	0,5	25	1,8
80	0,4	0,5	25	2
110	0,6	0,5	25	2
130	0,6	0,5	25	3,1

La orientación del arte fue a favor de la dirección del viento en el momento de tendido.

Trasmallo

Se calaron unidos a un extremo del tren de redes agalleras por lo tanto la ubicación en la laguna fue la misma. En la tabla 2.3.1.2 se describen las características de los mismos

Tabla 2.3.1.2. Medidas de los trasmallos utilizados y las redes con que se confeccionaron.

Posición	Tamaño de malla	Ø de hilo	Largo de malla (m)	Altura de malla (m)
Interna	80	0,4	25	1,9
Externa	280	1,1	25	1,9

Modo de operación

Tanto las redes agalleras como los trasmallos tuvieron el mismo modo de tendido, se navegó en contra al viento y cuando se llegó al punto de inicio de tendido se colocó un muerto unido a una boya y al bastón, este último se ubica en el extremo del arte y su función es la fijar los extremos del arte y mantenerlos separados, la



separación de los extremos dependerá del largo del bastón. Se deja arrastrar la embarcación a favor del viento (cuando era posible) a la vez que se desplegaban las redes lo más tensa posible, al llegar al final, se atan los extremos al bastón que se unen a un muerto unido a una boya para identificar el arte.

La maniobra de recuperación es similar al tendido, pero comenzando a recoger en contra del viento.

Redes de arrastre

Las redes de arrastre fueron construidas con malla 10 mm bar y de 30 m de largo como máximo. Los detalles de construcción, maniobras de tendido y recuperación de ésta última se muestran en las figuras 2.3.1.9 y 2.3.1.10 respectivamente. Las redes de tiro se implementaron en escasas oportunidades debido a problemas operativos y a la escasez de sitios apropiados para el uso de este arte que requiere de la existencia de fondos sin vegetación ni material consolidado irregular en el cual pueda engancharse.

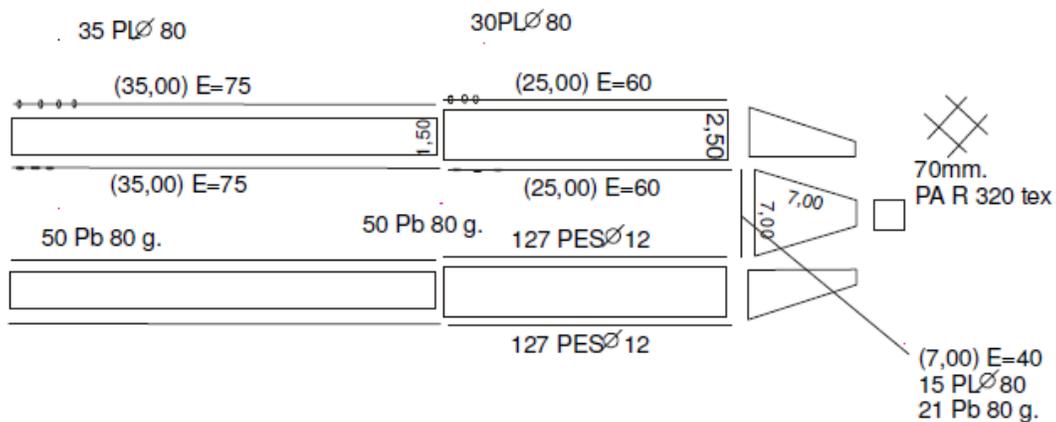


Figura. 2.3.1.9. Detalles de construcción de la red de arrastre.



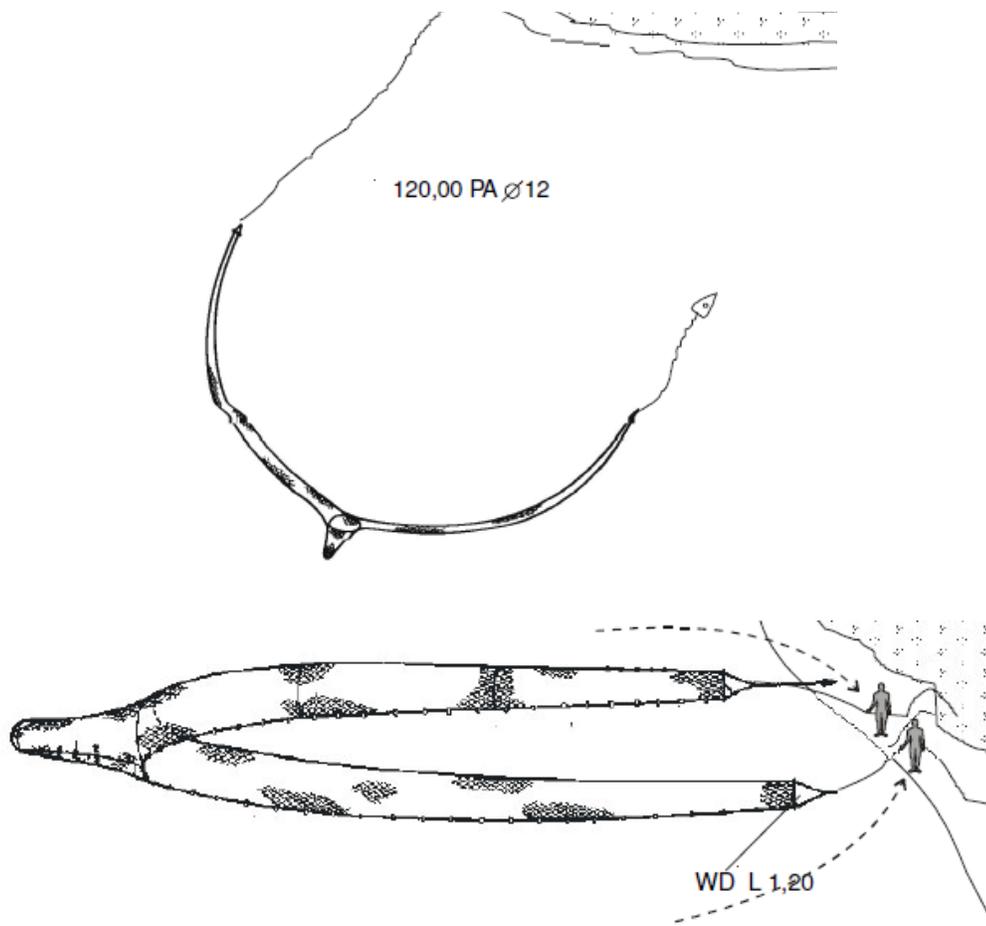


Figura. 2.3.1.10. Operación y recuperación de la red de arrastre.

Ranio o redes de tiro embarcado

Se utilizó una red de tiro de fondo con embarcación (ranio), con una apertura de boca de hierro de 0,80 m por 2 m confeccionada con malla de 70 mm (entre nudos opuestos estirada) y malla de copo de 30 mm (Figura 2.3.1.11).





Figura. 2.3.1.11. Detalle del ranio.

Modo de operación

Se lanza el ranio al agua y a través de dos cabos, una por embarcación, se arrastra en forma pareja hasta finalizar su recorrido. En este momento las embarcaciones se juntan con el objetivo de obtener los 4 cabos y desde una embarcación, a mano, se comienza a recuperar el ranio. Con esta red de tiro se efectuaron seis lances, arrastrándola a 25 m de la embarcación, a una velocidad promedio de 5 km/h, y la distancia recorrida de arrastre, medida con un GPS, fueron de 200 m.

2.3.2- Aplicación de los artes de pesca

El total de artes de pesca utilizados como esfuerzo de pesca estándar en cada una de las campañas fueron: 3 trampas, 3 espineles (una de flote y dos de fondo), 2 baterías de 4 paños de redes agalleras, 2 trasmallos, 1 red de arrastre y 1 ranio que se intentaron aplicar simultáneamente en cada muestreo. Este importante y arduo trabajo de campo se realizó por dos razones principales; la primera es que utilizando varios artes diferentes en el mismo momento se trató de compensar los sesgos producidos por la selectividad de cada uno (Ricker, 1975); y, en segundo lugar, para determinar la eficacia de cada arte sobre esta especie.



2.3.3- Estandarización de los artes de pesca

Las artes de pesca pasivos como las trampas, redes agalleras, trasmallos y espineles, fueron calados al atardecer y virados a primeras horas de la mañana siguiente, permaneciendo en el agua 14 horas aproximadamente.

En el caso de los artes activos, la modalidad fue diferente según el tipo de arte: con el ranio se efectuaron seis lances, arrastrándola a 25 m de la embarcación, a una velocidad promedio de 5 km/h, y la distancia recorrida de arrastre, medida con un GPS, fueron de 200 m. En cambio, con el arrastre se realizaron 5 lances de aproximadamente 50 metros a 1,8 km/h.

Con la finalidad de obtener la abundancia relativa de la especie en cada laguna, se procedió a calcular para cada arte y fecha la Captura por Unidad de Esfuerzo de cada una de las artes de pesca. Para los artes pasivos se consideró como CPUE, a la captura obtenida en 12 hs de pesca. Según la fórmula:

$$\text{CPUE} = \text{Captura de tarariras} \times 12 \text{ hs} / \text{Tiempo de pesca en hs.}$$

La estandarización del ranio y las redes de arrastre consistió en llevar la captura correspondiente de cada lance a una hectárea de área barrida. Según la fórmula:

$$\text{CPUE} = \text{Captura de tarariras} \times 1 \text{ hectárea} / \text{área barrida en hectáreas.}$$

En todos los casos la CPUE se expresó como número de individuos (CPUE N) y peso en gramos (CPUE P) y se promediaron los valores para cada arte y fecha. Además del muestreo ictiológico se registraron las condiciones climáticas y limnológicas. Esta información resulta valiosa como complemento cuando se pretenden efectuar interpretaciones acerca del comportamiento de la especie.

En particular, en la laguna Yalca se muestrearon distintos ambientes a fin de determinar las preferencias de hábitat de la tararira. Para ellos se establecieron 2 limnotopos diferentes:



Costa: Franja de 50 metros desde la línea de costa hacia el interior de la laguna. Profundidad variable entre 0,5 (próximo a la orilla) y 1,2 metros (distal a la orilla), de fondo de tosca dura. En este sector se calaron las trampas y arrastres.

Centro: Se extiende del límite interior de la costa hasta el centro de la laguna. Espacio libre de vegetación, profundidad uniforme que varía según las épocas de lluvias y sequías entre 1,5 y 2 metros, y fondo limoso. Se calaron espineles de fondo y flote y redes agalleras y trasmallos

2.3.4- Resultados de la aplicación de los artes de pesca

El uso de diferentes artes permitió capturar 14 especies en Yalca, 13 en Chascomús, 12 en El Burro, 17 en Vitel y 9 en Lacombe (Tabla 2.3.4.1).

Tabla 2.3.4.1. Especies registradas en las lagunas muestreadas.

Especie		Laguna				
		Yalca	Chascomús	El burro	Vitel	Lacombe
<i>Astyanax sp.</i>	Mojarra	X	X	X	X	X
<i>Bryconamericus iheringi</i>	Mojarra plateada				X	X
<i>Cheirodon interruptus</i>	Mojarra de cola negra	X	X		X	
<i>Corydoras paleatus</i>	Tachuela	x			X	X
<i>Cyphocharax voga</i>	Sabalito	X	X	X	X	
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	X	X	X	X	
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	X	X	X	X	X
<i>Hyphessobrycon anisitsi</i>	Mojarra de cola roja				X	
<i>Hypostomus commersoni</i>	Vieja rio	X	X	X	X	
<i>Jenynsia lineata</i>	Tosquero				X	X
<i>Loricariichthys anus</i>	Vieja laguna	X	X	X	X	
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí		X			
<i>Odonthestes bonaerensis</i>	Pejerrey	X		X	X	X
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Dientudo	X	X	X	X	X
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Bagarito	X	X	X	X	
<i>Pimelodella laticeps</i>	Bagre cantor	X	X	X	X	X
<i>Platanichthys platana</i>	Mandufia	X	X	X	X	
<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre sapo	X	X	X	X	X
Total		14	13	12	17	9



Estructura de la comunidad de peces

La riqueza específica difirió por arte de captura, siendo la trampa el arte en el que se capturaron mayor número de especies y el espinel el menor (Tabla 2.3.4.2).

Tabla 2.3.4.2. Riqueza específica por arte de pesca en las lagunas estudiadas.

Especies		Artes de Pesca				
		Trampa	Ranio	Agalleras	Trasmallo	Espinel
<i>Astyanax sp.</i>	Mojarra	X	X			
<i>Bryconamericus iheringi</i>	Mojarra plateada	X				
<i>Cheirodon interruptus</i>	Mojarra de cola negra	X				
<i>Corydoras paleatus</i>	Tachuela		X			
<i>Cyphocharax voga</i>	Sabalito	X	X	X	X	
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	X	X	X	X	X
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	X	X	X	X	X
<i>Hypheosobrycon anisitsi</i>	Mojarra de cola roja	X				
<i>Hypostomus commersoni</i>	Vieja río	X	X	X	X	
<i>Jenynsia lineata</i>	Tosquero	X				
<i>Loricariichthys anus</i>	Vieja laguna	X		X		
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí			X	X	
<i>Odontheistes bonaerensis</i>	Pejerrey	X	X	X		
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Dientudo	X	X	X	X	
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Bagarito	X	X	X	X	X
<i>Pimelodella laticeps</i>	Bagre cantor	X	X			
<i>Platanichthys platana</i>	Mandufia	X	X			
<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre sapo	X	X	X	X	X
Total		16	12	10	8	4

Durante el periodo de estudio, se obtuvieron un total de 804 ejemplares de tararira. Considerando las CPUE N y CPUE P totales obtenidas con cada arte de pesca el arrastre resultó ser el que presentó el mayor valor entre las activas seguido por el ranio con un valor mucho menor. Entre los artes de pesca pasivos, las trampas presentaron los valores más elevados, seguidos, en orden de menor valor, por las agalleras, espineles y trasmallos. Cabe mencionarse que las capturas del arrastre presentaron ciertas particularidades (ver arrastre). En las figuras 2.3.4.1 y 2.3.4.2 se muestra la CPUE en número (N) y peso (P) de ejemplares de tararira por cada uno de los artes.



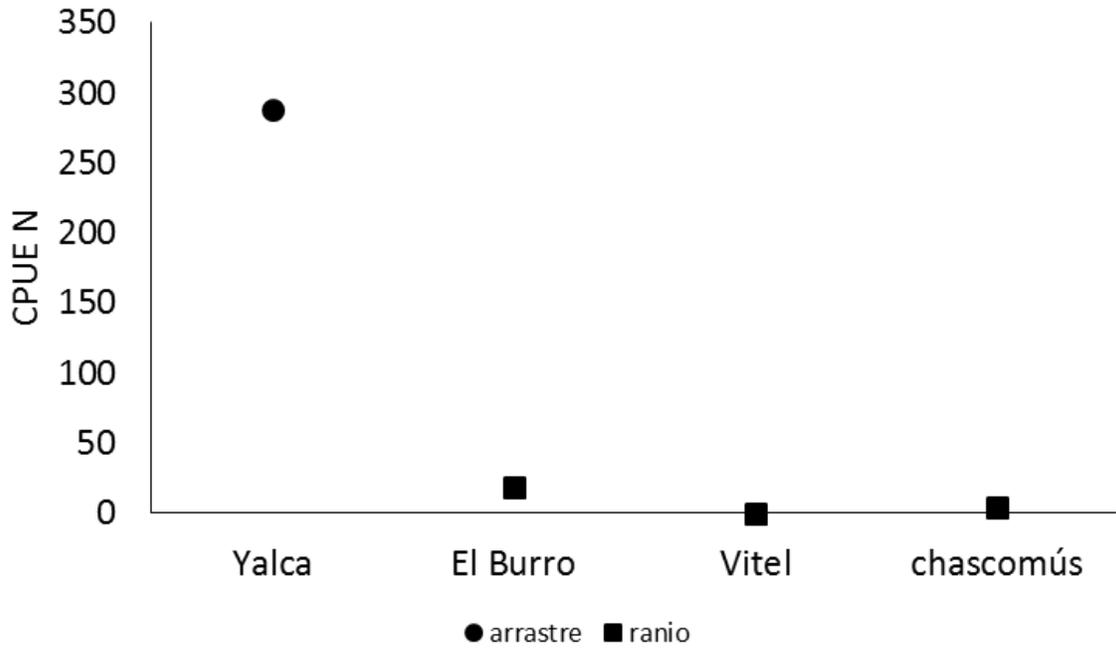
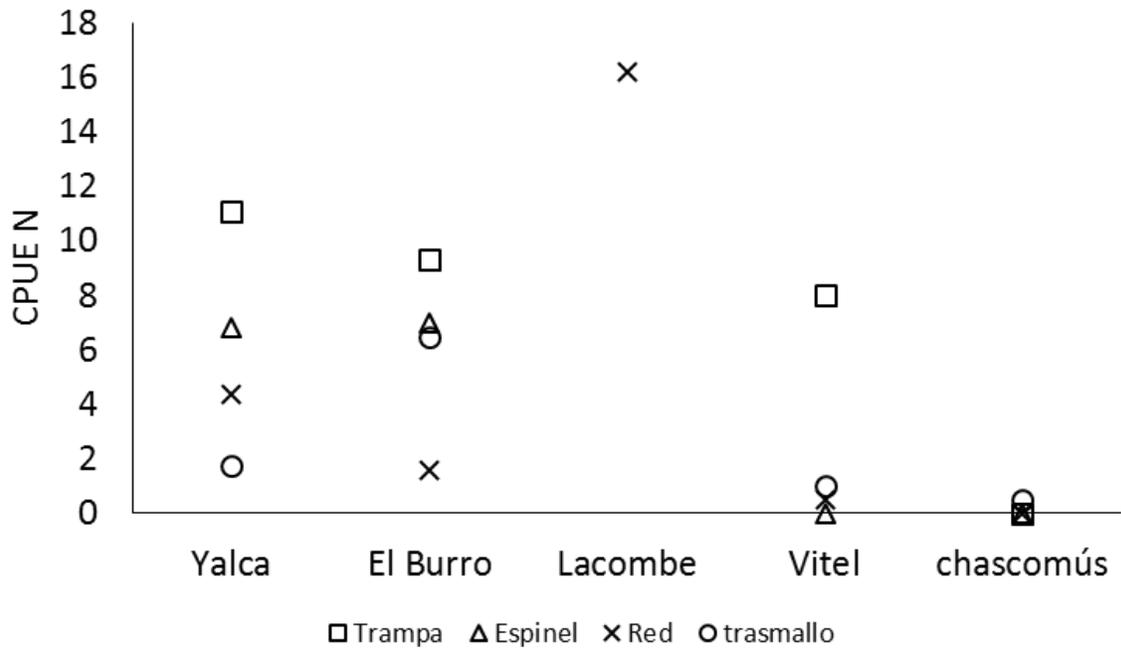


Figura. 2.3.4.1. CPUE en número (N) por arte en las lagunas muestreadas. En aquellas lagunas donde no se registran datos, se debe a que no se utilizaron aquellos artes.

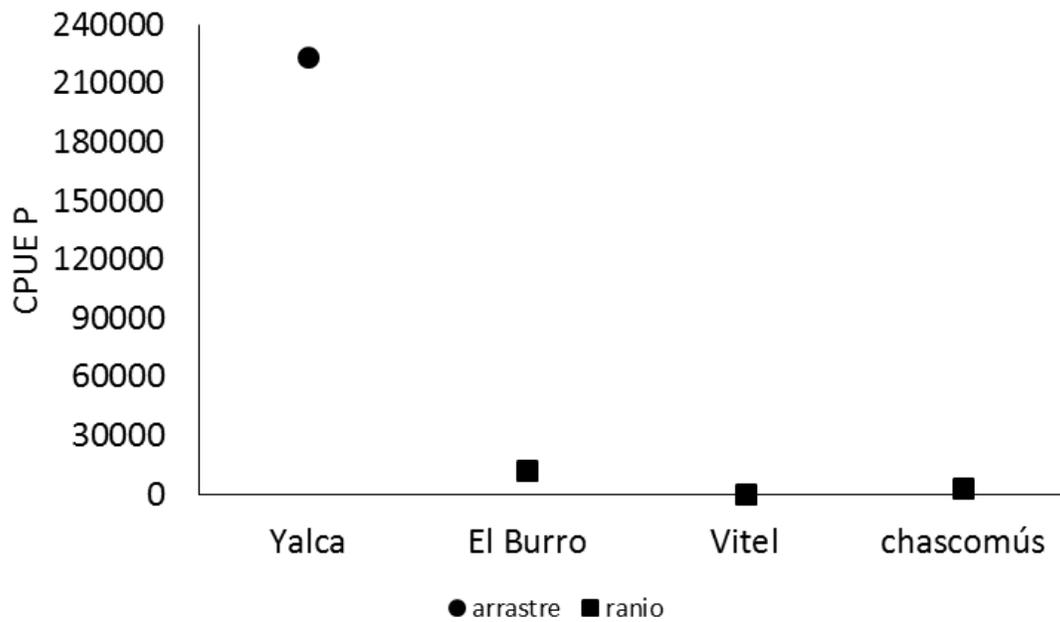
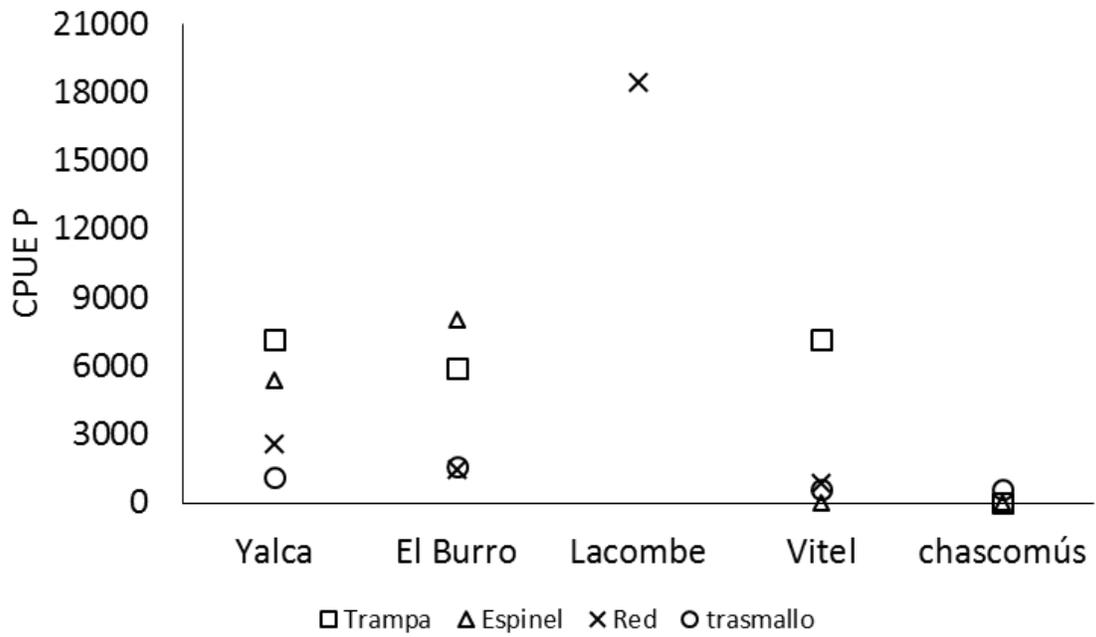


Figura. 2.3.4.2. CPUE en peso en gramos (P) por arte en las lagunas muestreadas. En aquellas lagunas donde no se registran datos, se debe a que no se utilizaron aquellos artes.



En las figuras 2.3.4.3 a 2.3.4.6, se grafica la distribución de tallas de las tarariras para cada una de las lagunas teniendo en cuenta los artes empleados en cada una de ellas.

Se puede observar que, si bien no todas las artes tuvieron la misma efectividad en todas las lagunas, en general el patrón de distribución de tallas fue similar, mostrando pequeñas diferencias. Debido a la escasa captura en la laguna de Chascomús, las frecuencias de talla no fueron graficadas.

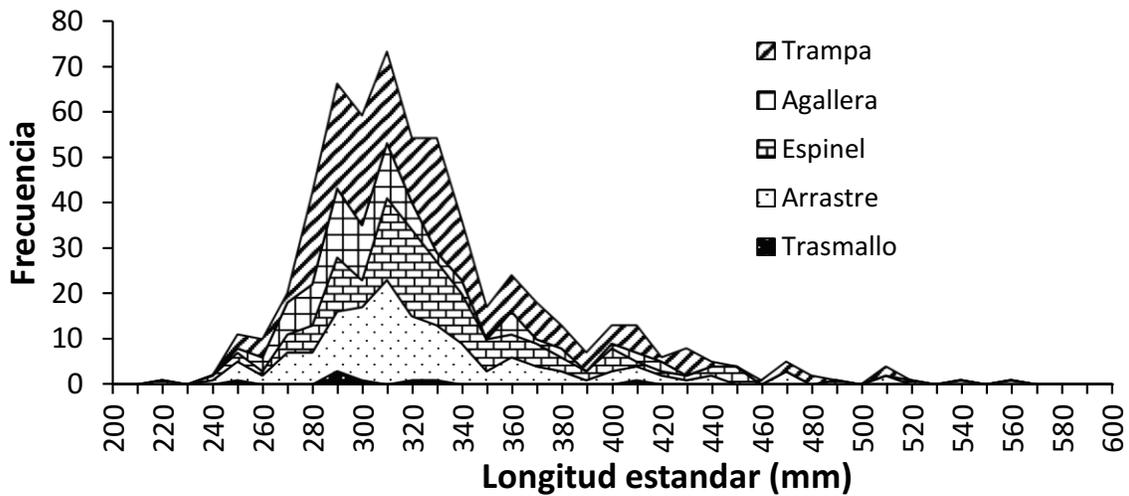


Figura. 2.3.4.3. Distribución de tallas de la tararira en la laguna Yalca según el arte con las que fueron capturadas.

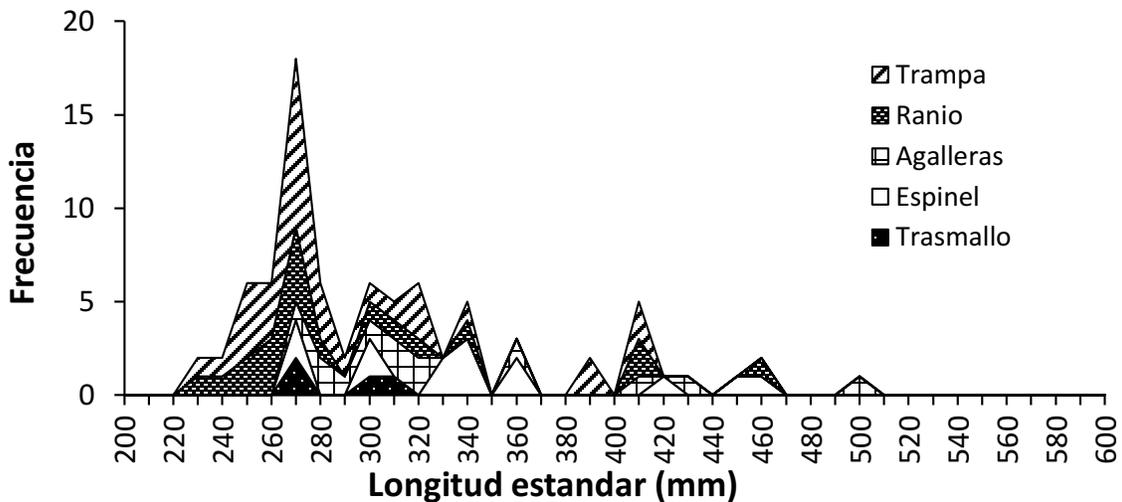


Figura. 2.3.4.4. Distribución de tallas de la tararira en la laguna El Burro según el arte con las que fueron capturadas.



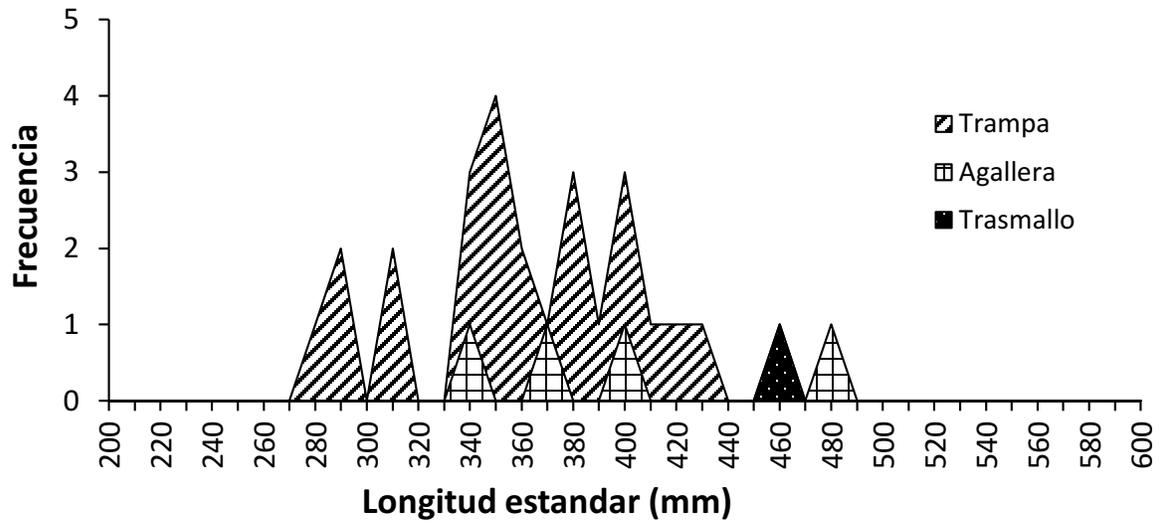


Figura. 2.3.4.5. Distribución de tallas de la taraira en la laguna Vitel según el arte con las que fueron capturadas. Los espineles y ranio no presentaron capturas.

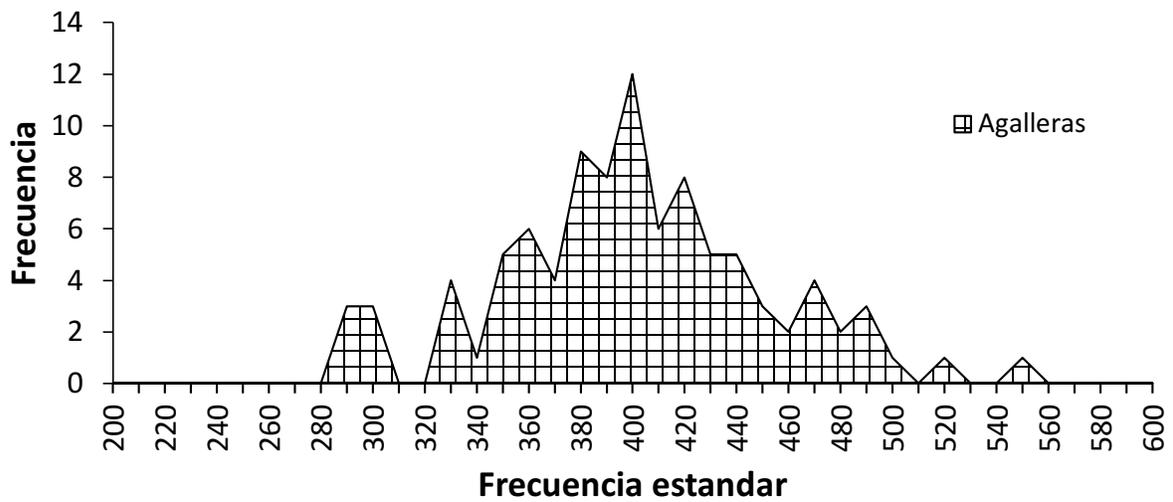


Figura. 2.3.4.6. Distribución de tallas de la taraira en la laguna Lacombe según el arte con las que fueron capturadas.



Los ejemplares capturados y utilizados en la mayor parte de los cálculos, se distribuyeron según el siguiente rango de longitud total (Lt), longitud estándar (Lst) y peso (Tabla 2.3.4.3).

Tabla 2.3.4.3. Rango de las tallas (mm) y peso (gr) de las tarariras capturadas en las distintas lagunas muestreadas.

Laguna	Lt		Lst		Peso	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Yalca	255	659	215	531	190	3342
Lacombe	320	560	266	478	367	2100
El Burro	277	575	230	494	267	3101
Vitel	320	560	271	460	354	2730
Chascomús	388	502	330	427	711	1168

La CPUE N de tarariras de para cada uno de los artes se obtuvo por fecha de muestreo con el objetivo de referenciarlo a las precipitaciones, las horas luz/día y las temperaturas medias, máximas y mínimas, por ser consideradas críticas para los peces pampeanos (Colautti et al., 2015), durante el periodo que abarcó el trabajo de campo (Figuras 2.3.4.7 a 2.3.4.12).

Espineles

Utilizados en forma correcta resulta el método más selectivo. Para las lagunas seleccionadas, fue efectivo para la captura de especies predatoras como tarariras y el bagre sapo (*Rhamdia quelen*). Sin embargo, con este arte, no fue posible la captura de tarariras en todas las lagunas ni en todos los muestreos (Figura 2.3.4.7).



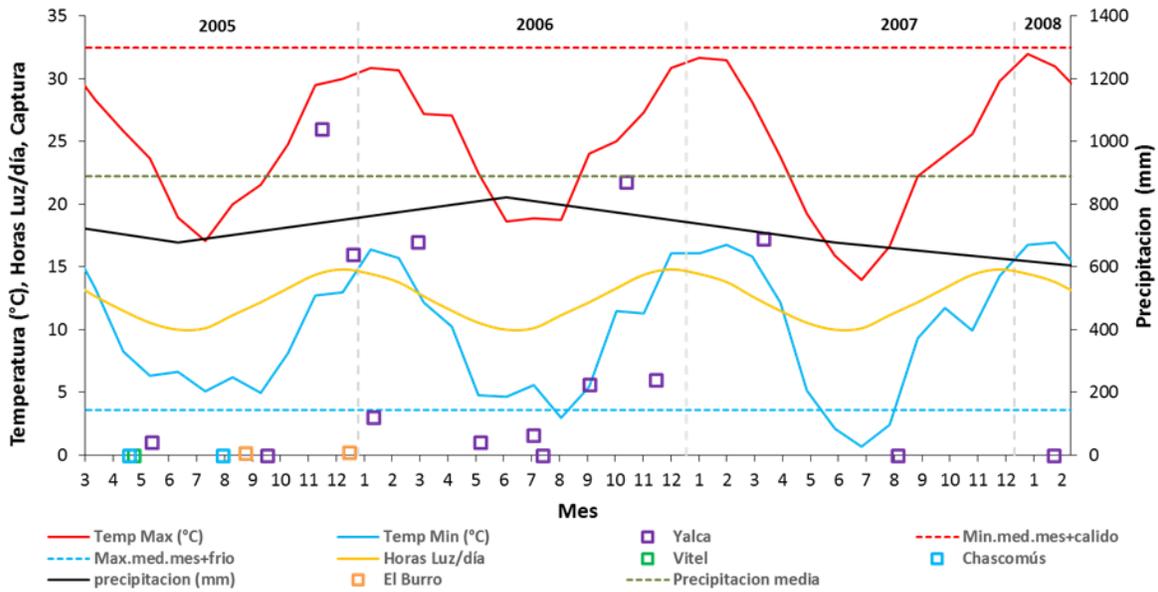


Figura. 2.3.4.7. Capturas de tarariras con espinel por laguna. Los registros medios representados por barras puntadas horizontales, corresponden a las temperaturas medias mensuales de 20 años (periodo 1993-2012). Las barras punteadas verticales identifican el cambio anual.

Según los resultados presentados en la figura 2.3.4.7 se puede ver que la pesca con espineles en la laguna Yalca fue mayor en los meses de primavera y verano.

Sin embargo, algunos valores bajos, registrados en los meses cálidos puede deberse en parte a la rápida saturación del arte por otros predadores como el bagre sapo, que en verano se encuentran muy activos. Otro factor que puede interferir en la captura de tarariras son las especies de menor tamaño que en esta época son más voraces y capaces de extraer la carnada de los anzuelos en poco tiempo (mojarras, dentudos, bagaritos, etc.) sin ser capturadas, pero inhabilitando los anzuelos. El efecto combinado de ambos mecanismos determina que la capacidad de pesca de este arte varíe a lo largo del ciclo anual y que en verano sea menos eficaz.

Este problema puede solucionarse, con la revisión frecuente del arte, con el objetivo de evidenciar anzuelos descarnados o capturas no deseadas. Además, es conveniente el uso de cebos menos vulnerables de ser descarnados como el filet



de carpa (*C. carpio*) fresco, no siempre disponible o pescar de noche ya que durante ese período las especies descarnadoras cesan su actividad.

Es notable también la merma de capturas en los meses donde la temperatura es muy baja, esto puede deberse en gran medida, a que la mayor parte de los peces autóctonos disminuyen o cesan su actividad alimentaria, en el caso de la tararira por debajo de los 14° C no consume alimento y de 18 a 30° C comienza a alimentarse gradualmente, disminuyendo a partir de los 34° C (Petry et al., 2007).

La comprensión detallada de los fenómenos que rigen el funcionamiento de este arte a lo largo del ciclo anual se presenta como una cuestión interesante y debería considerarse en la realización de futuros estudios orientados específicamente a estos fines.

Trampas

Si lo que se desea es obtener un amplio registro de la diversidad de peces en un cuerpo de agua, la trampa es el arte que mejor se adapta a estos requerimientos, pues es un arte de pesca pasivo no selectivo que presenta, según los objetivos de estudio, muchas ventajas: es una buena opción cuando se desean obtener una gran diversidad de peces en un amplio rango de tallas o edades, en hábitats difíciles de muestrear o cuando se trabaja con una especie poco abundante y el uso de otros artes o ictiotóxicos como la rotenona, involucra el sacrificio de una gran cantidad de ejemplares de otras especies (Beamish, 1973). El arte también es útil cuando se necesitan obtener especímenes vivos y en buenas condiciones. En este proyecto en particular y como se puede ver en la tabla 2.3.4.4., se capturaron la mayoría de las especies pampásicas. La trampa debido a su baja selectividad son los artes de pesca más eficientes (Chi Fu Yeh, 1977). Siendo efectiva cuando se quiere capturar un rango amplio de tallas en el menor tiempo posible. Las características de la red con que fueron confeccionadas las trampas utilizadas (0,5 mm. bar) explicarían el amplísimo rango de tallas en que se distribuyeron los peces capturados. Entre otras ventajas, el uso de trampas resulta útil para estimar densidades relativas de especies sin dañar a los ejemplares, ya que las capturas por unidad de esfuerzo resultan fuertemente relacionadas con las densidades



(Ryan, 1984). Considerando esto último, la comparación de capturas entre lagunas no daría una imagen muy errónea de las densidades relativas respectivas (Colautti, 1997).

Las características particulares de este arte de pesca permiten que pueda ser tendido en aguas bajas o muy profundas (Figura 2.3.1.5). Así como también en ambientes donde las obstrucciones físicas o biológicas tornan inoperantes a otros artes de pesca. Paralelamente permiten implementar su uso durante largos períodos. También permiten efectuar esfuerzos pesqueros prolongados con poca perturbación del ambiente. Son especialmente útiles cuando se trata de conocer la dirección de circulación de los peces, o cuando se intenta conocer los ritmos de actividad. Su uso no implica daño ni sacrificio de los ejemplares capturados, cualidad sumamente importante cuando se muestrea una sola especie como en este caso, o cuando se trabaja en cuerpos de agua protegidos o administrados por pescadores deportivos. Finalmente cabe agregar que son de fácil manejo y ocupan escaso volumen (Colautti, 1997)

Tabla. 2.3.4.4. Especies capturadas en las diferentes lagunas durante el periodo de muestreo por las trampas.

Especie		Laguna			
		Yalca	Chascomús	El burro	Vitel
<i>Astyanax sp.</i>	Mojarra	X	X	X	X
<i>Bryconamericus iheringi</i>	Mojarra plateada				X
<i>Cheirodon interruptus</i>	Mojarra de cola negra	X	X		X
<i>Corydoras paleatus</i>	Tachuela				X
<i>Cyphocharax voga</i>	Sabalito	X	X	X	X
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	X	X	X	X
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	X	X	X	X
<i>Hyphessobrycon anisitsi</i>	Mojarra de cola roja				X
<i>Hypostomus commersoni</i>	Vieja rio	X	X	X	X
<i>Jenynsia lineata</i>	Tosquero				X
<i>Loricariichthys anus</i>	Vieja laguna	X	X	X	X
<i>Odonthestes bonaerensis</i>	Pejerrey	X		X	X
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Dientudo	X	X	X	X
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Bagarito	X	X	X	X
<i>Pimelodella laticeps</i>	Bagre cantor	X	X	X	X
<i>Platanichthys platana</i>	Mandufia	X	X	X	X
<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre sapo	X	X	X	X
<i>Total</i>		13	12	12	17



Por tratarse de un arte pasivo, la captura depende del movimiento de los peces. Por otro lado, sabemos que la tararira disminuye su actividad en los meses fríos, y por lo tanto se esperarí una captura estacionalizada por parte del arte. Sin embargo, algunas de las capturas más abundantes se obtuvieron en invierno (Figura 2.3.4.8), lo que supone, que la especie, aun cuando su metabolismo se ve reducido a causa de las bajas temperaturas (Petry et al., 2010) si la oferta de ítem presa es abundante como podría ser dentro de un espacio confinado como la trampa, la especie aprovecharía para alimentarse.

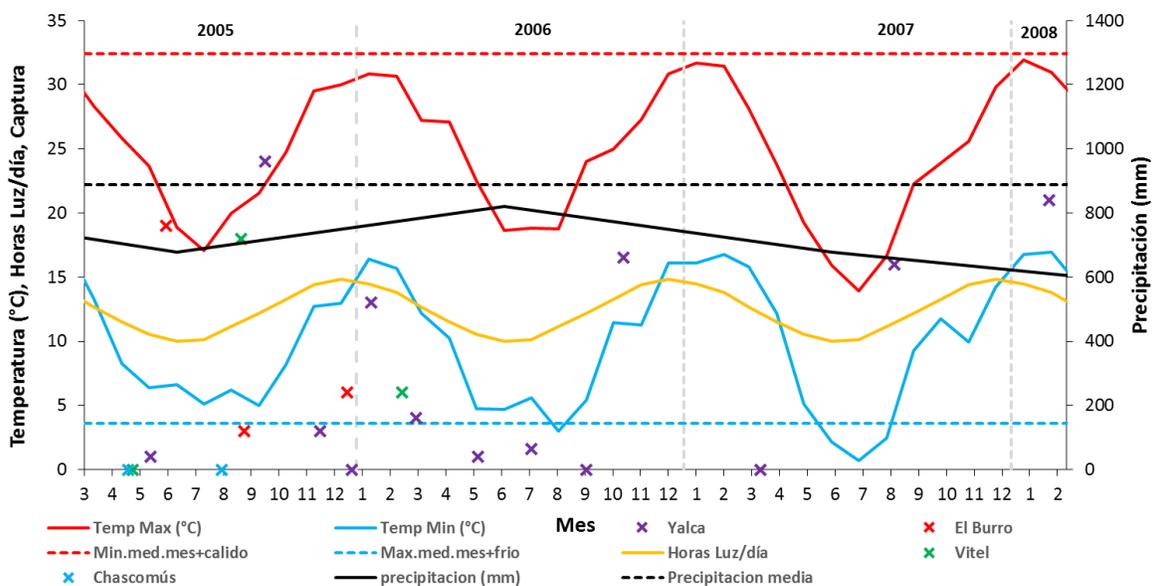


Figura. 2.3.4.8. Capturas de tarariras con trampa por laguna. Los registros medios representados por barras puntuadas horizontales, corresponden a las temperaturas medias mensuales de 20 años (periodo 1993-2012). Las barras punteadas verticales identifican el cambio anual.

Trenes de redes agalleras y trasmallo

Estos artes se tratan en conjunto ya que el modo en que operan es similar. El igual que la trampa se trata de un arte pasivo. Para especies con un comportamiento regulado por la temperatura como la tararira (Rosso, 2007; Petry et al., 2010), se espera que las mayores capturas se realicen en épocas estivales (Figura 2.3.4.9 y 2.3.4.10). Este arte también fue efectivo en la pesca de tarariras, incluso en los meses fríos. Al igual que la trampa, esto puede deberse a la posibilidad de capturar presas fácilmente desde la red, a pesar de presentar el



metabolismo y capacidad de movimientos reducidos por las bajas temperaturas. De hecho, se pudo comprobar en el campo que al recuperar los artes se encontraron tarariras con la presa en la boca o especies presa mordidas o seccionadas.

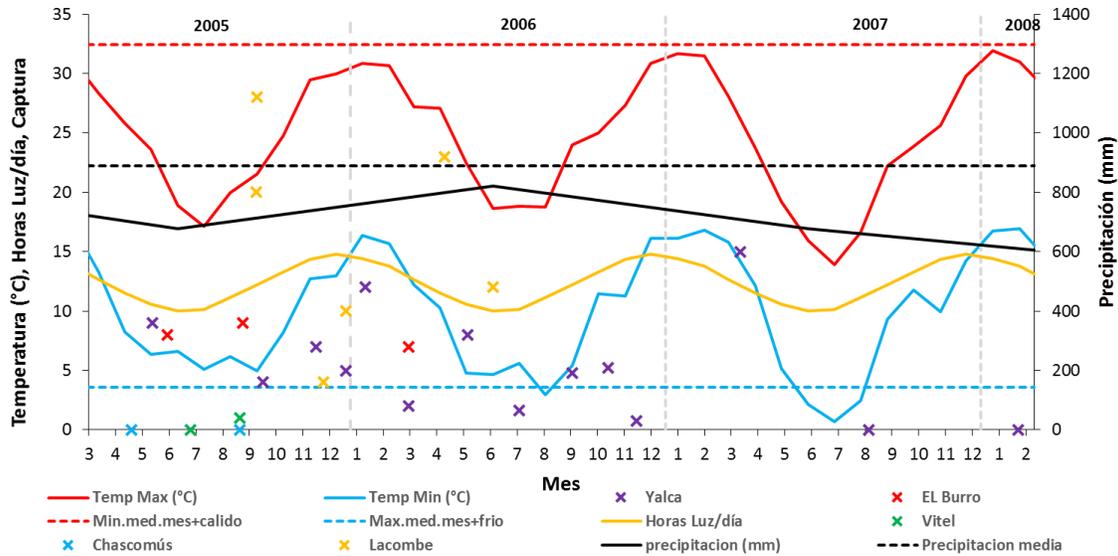


Figura. 2.3.4.9. Capturas de tarariras con redes agalleras por laguna. Los registros medios representados por barras puntadas horizontales, corresponden a las temperaturas medias mensuales de 20 años (periodo 1993-2012). Las barras puntadas verticales identifican el cambio anual.

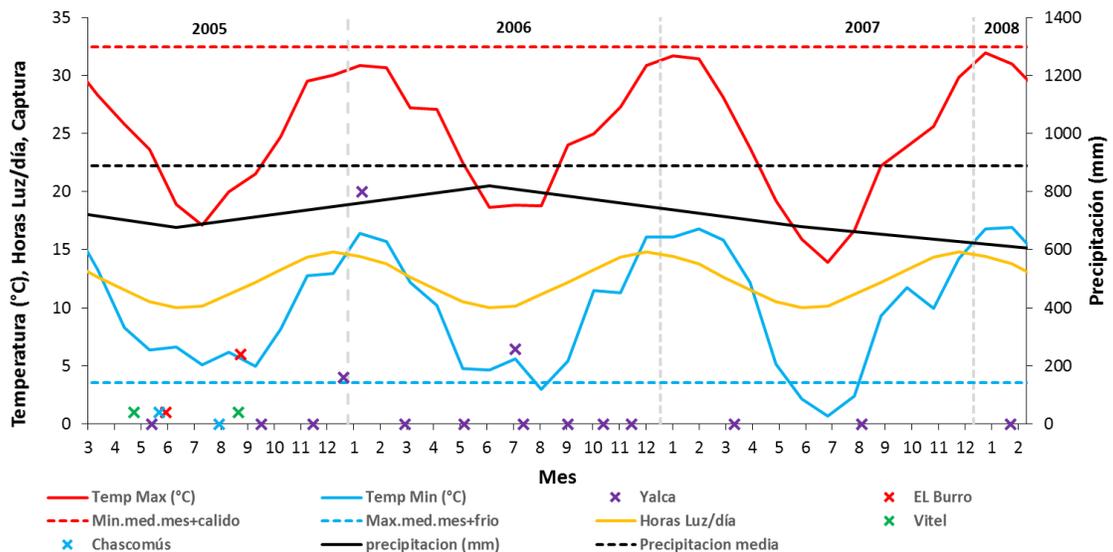


Figura. 2.3.4.10. Capturas de tarariras con trasmallos por laguna. Los registros medios representados por barras puntadas horizontales, corresponden a las temperaturas medias mensuales de 20 años (periodo 1993-2012). Las barras puntadas verticales identifican el cambio anual.



Redes de tiro o arrastre

Debido a que su aplicación está condicionada por las características de la costa y del fondo, sólo pudo utilizarse en ciertas zonas de la laguna Yalca.

Sin embargo, teniendo en cuenta su escaso empleo, fue el arte que más capturó (142 ejemplares) durante dos muestreos realizados en el mes de julio del 2007 (Figura 2.3.4.11). En dicho invierno las temperaturas de julio descendieron muy por debajo de la media mínima mensual, lo que sumado a un nivel bajo de precipitaciones (período de sequía) provocó que los ejemplares adultos de tararira se encontrasen “adormecidos” sobre las orillas entre la vegetación emergente y resultasen fáciles de capturar. Al examinar los individuos se comprobaba que no se encontraban en un buen estado sanitario por lo cual las condiciones ambientales descritas claramente no resultaban aptas para la especie. Además, durante estos muestreos se registraron alrededor de 50 tarariras agonizando y otras tanto muertas alrededor de la laguna. Luego de estos episodios de mortandades de tarariras de julio de 2007, no fue posible capturar ninguna tararira en las lagunas y arroyos de la zona, en los muestreos que siguieron.

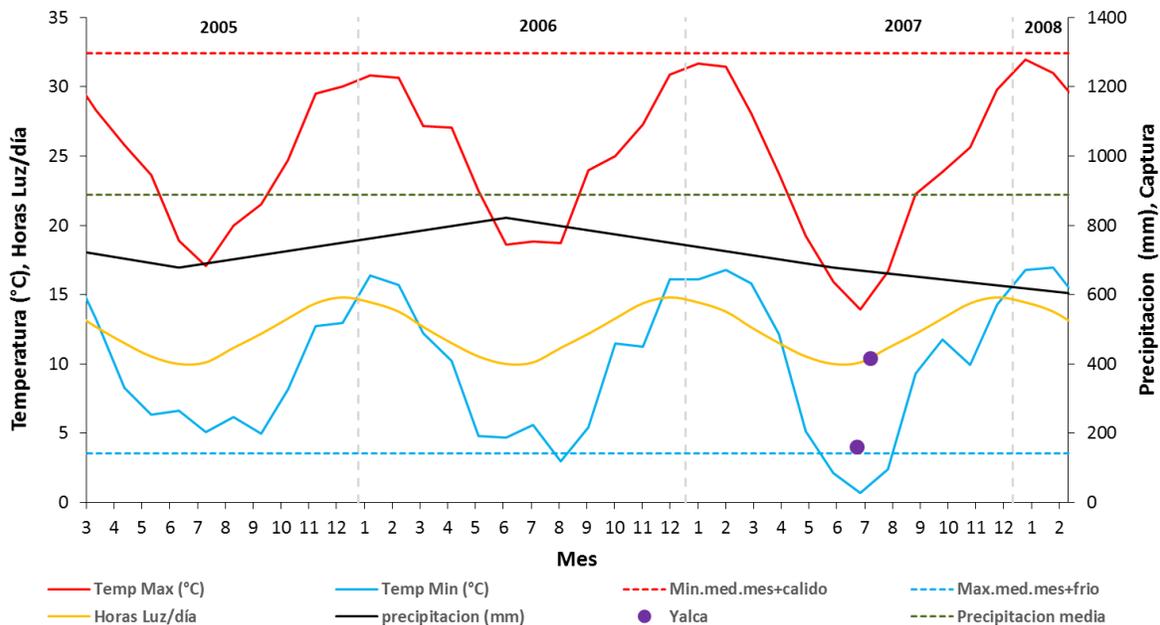


Figura. 2.3.4.11. Capturas de tarariras con redes de tiro por laguna. Los registros medios representados por barras puntadas horizontales, corresponden a las temperaturas medias mensuales de 20 años (periodo 1993-2012). Las barras punteadas verticales identifican el cambio anual.



Ranio

El ranio como la red de arrastre es un arte activo, que debido a sus dimensiones y peso debe ser remolcado con dos embarcaciones sobre aguas abiertas y despejadas de vegetación.

Durante el periodo que abarcó el proyecto, solo se obtuvieron tarariras en la laguna El Burro. Posiblemente esta escasez se encuentre vinculada a cuestiones como:

- Distribución espacial de la especie en el cuerpo de agua.
- Velocidad con la que se arrastró el arte.
- Impacto sonoro de la embarcación.
- Velocidad de la especie para evadir el arte.

No obstante, después de la trampa fue el arte que más especies capturó en todas las lagunas donde pudo ser empleado (Tabla 2.3.4.5).

Tabla. 2.3.4.5. Especies capturadas en las diferentes lagunas durante el periodo de muestreo por ranio.

Especie		Laguna		
		Chascomús	El burro	Vitel
<i>Astyanax sp.</i>	Mojarra	X	X	
<i>Cyphocharax voga</i>	Sabalito	X	X	X
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	X	X	X
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	X	X	
<i>Hypostomus commersoni</i>	Vieja rio	X	X	X
<i>Odonthestes bonaerensis</i>	Pejerrey			X
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Dientudo	X	X	X
<i>Platanichthys platana</i>	Mandufia	X	X	X
<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre sapo			X

En la figura 2.3.4.12 se muestran las capturas obtenida por este arte en las lagunas El Burro, Chascomús y Vitel.



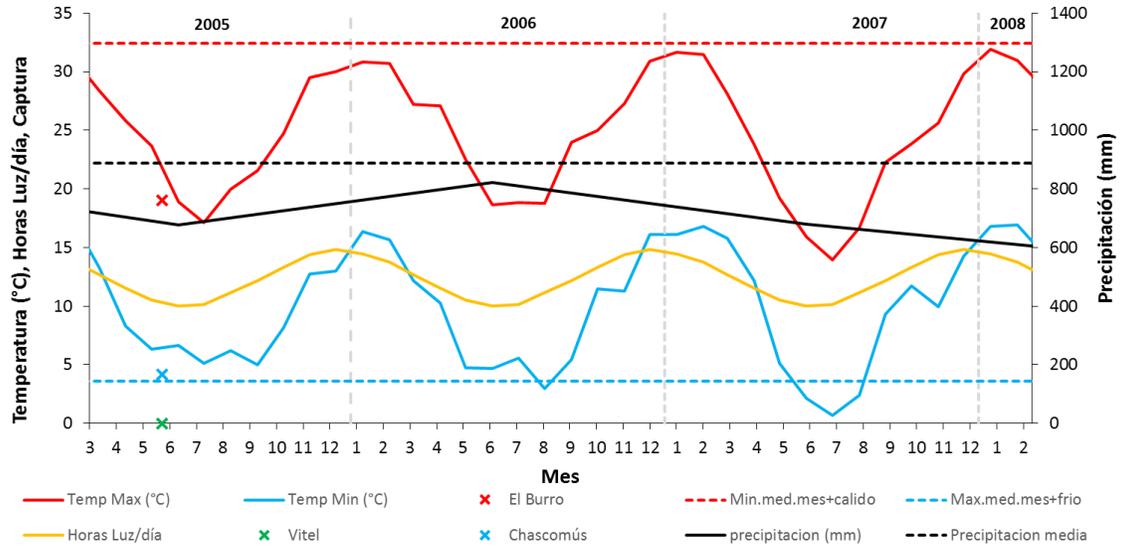


Figura. 2.3.4.12. Capturas de tarariras con ranio por laguna. Los registros medios representados por barras puntadas horizontales, corresponden a las temperaturas medias mensuales de 20 años (periodo 1993-2012). Las barras punteadas verticales identifican el cambio anual.



2.4- Tratamientos de los ejemplares capturados

2.4.1- En campo

Los ejemplares fueron identificados a nivel de especie, contabilizados, pesados, y referidos al arte de pesca con que fueron capturados. Solo las tarariras fueron conservadas para su posterior tratamiento en el laboratorio, el resto de las especies fueron registradas y devueltas vivas al medio.

2.4.2- En laboratorio

A cada una de las tarariras capturadas se les adjudicó un número de orden, se registró la longitud total (Lt) y estándar (Lst) en mm, el peso total (W), con una precisión de 1 g. Se les extrajo escamas por detrás del opérculo y por encima de la línea lateral, procurando en lo posible hacerlo siempre del mismo lado.

Se practicaron disecciones con el objeto de determinar el sexo, y el grado de desarrollo gonadal según una escala macroscópica propia, que se describe oportunamente. Se extrajeron las gónadas, hígado y grasa mesentérica que se pesaron con una precisión de 0,1 g y se fijaron en formalina para el cálculo de índices biológicos. Las gónadas de las hembras maduras fueron destinadas al estudio de fecundidad. Para el análisis trófico se extrajeron los estómagos o en su defecto el contenido y se fijaron en solución de formol al 10%.



2.5- Discusión y conclusiones

La aplicación de seis tipos de artes de pesca, tanto activos como pasivos, para realizar los muestreos en las lagunas muestreadas, permitió obtener un total de 18 especies. Estas representaron más del 85% de las especies conocidas para las lagunas pampeanas (Rosso, 2007). Las artes de pesca no selectivos, como trampas y ranio, presentaron, la mayor riqueza de especies, seguida por las redes trasmallos y agalleras y por último los espineles. En lo que a captura de tarariras se refiere, la vulnerabilidad de la especie al arte de arrastre mostró ser muy alta durante los días fríos de invierno debido al estado de letargo en que suelen estar sujetos los individuos en dicha época de año. Aparte de esta situación, entre los artes pasivos las agalleras y las trampas se destacaron como los artes con los cuales se obtuvieron mayores capturas por unidad de esfuerzo. Esta situación no solamente se confirma por las campañas a la laguna Yalca en las cuales los artes estuvieron funcionando en simultáneo en todas las oportunidades de muestreo, sino también cuando se analizan las CPUE entre lagunas.

Las frecuencias de tallas presentaron un patrón de distribución similar en las lagunas muestreadas evidenciando una estructura poblacional de ejemplares en el rango del 220-560 mm. Con modas de 280 y 300 mm en El Burro y Yalca respectivamente y de 400 mm en Lacombe y Vitel.

Los ejemplares de talla menor a 220 mm, no fueron registrados durante los muestreos a pesar de haberse utilizado artes con capacidad potencial para capturarlos, como las trampas. Esto implica que probablemente su presencia en las poblaciones analizadas haya sido escasa, haya habido reclutamientos débiles, hayan ocupado sitios del cuerpo de agua no muestreados o a que experimenten un crecimiento temprano muy acelerado. Estas cuestiones se tratarán a lo largo de la tesis acumulando argumentos y evidencias poblacionales que posibilitarán esclarecer las razones por las cuales la especie presentó estructuras de tallas tan particulares durante los muestreos.



Capítulo 3

Biología reproductiva

3.1- Introducción

3.2- Índices gonadosomático, su relación con otros índices y variables ambientales

3.2.1- Materiales y métodos

3.2.1.1- Índices biológicos

3.2.1.2- variables ambientales

3.2.2- Resultados

3.2.2.1- Índices gonadosomático y otros índices biológicos

3.2.2.2- Variables ambientales

3.3- Ciclo gonadal en escala macroscópica

3.3.1- Materiales y métodos

3.3.2- Resultados

3.4- Ciclo de maduración ovocitaria y fecundidad

3.4.1- Materiales y métodos

3.4.1.1- Ciclo de maduración ovocitaria

3.4.1.2- Fecundidad

3.4.2- Resultados

3.4.2.1- Ciclo de maduración ovocitaria

3.4.2.2- Fecundidad

3.5- Proporción de sexos

3.5.1- Materiales y métodos

3.5.2- Resultados

3.6.- Discusión y conclusiones



3.1- Introducción

La gran diversidad de peces teleósteos, se ve reflejada en los aspectos morfológicos, comportamentales, ecológicos y fisiológicos, entre estos, aquellos vinculados a la biología reproductiva. En biología pesquera conocer los patrones reproductivos de una población son fundamentales a la hora de comprender el ciclo de vida, su dinámica poblacional y biología, así como estimar cuál sería su respuesta a la explotación. Estos conocimientos nos permiten establecer pautas de manejo del recurso y proveen elementos para diseñar planes de producción acuícola (Colautti, 1997). Por ejemplo, en especies exóticas de fuerte perfil invasor como la carpa *C. carpio*, el conocimiento de sus características reproductivas es de utilidad cuando se quieren desarrollar lineamientos de manejo enfocados al control poblacional. Así mismo, resultan apropiadas cuando se quiere realizar un correcto manejo de las poblaciones nativas, sobre todo aquellas de interés comercial.

Como se ha mencionado en otros capítulos, la tararira es un pez capaz de habitar diversos tipos de ambientes, tanto lóticos como lénticos, pero por su condición de depredador tope, las poblaciones en los sistemas lagunares no suelen ser muy numerosas. Sin embargo, en ambientes pampásicos, la especie está bien representada en términos de biomasa. Es por ello que a lo largo de su historia evolutiva ha adquirido ciertas características reproductivas comportamentales y fisiológicas, que le han permitido perpetuarse como componente de los ensambles de peces dentro de su rango natural de distribución, pero también colonizar otros sitios como especie invasora. Prueba de esto son las observaciones que se enumeran a continuación:

- capacidad adaptativa en ambientes fuera de su distribución natural, como en Florida (EE. UU.) donde llegó a reproducirse (Hensley y Moody, 1975 y Hensley 1976).
- Fecundidad relativamente baja, pero con desoves parciales, lo que permitiría la probabilidad de reproducirse más de una vez por temporada, aprovechando los momentos adecuados, incrementando las probabilidades de supervivencia de la progenie (Azevedo y Gómez, 1943; Pinto Paiva, 1972; Matkovic, 1989).



- Presencia de cuidado parental en nidos (Ramírez, 1963; Pinto Paiva, 1972; Godoy 1975).
- Plasticidad reproductiva en diferentes latitudes tanto de su distribución natural como en los sitios donde fue introducida (Hensley y Moody, 1975).

Si nos centramos en la gran diversidad de patrones reproductivos presentes en los peces, es lógico pensar que no todas las especies se comportan igual, incluso en una misma especie las gónadas de ambos sexos pueden no comportarse sincrónicamente, por lo menos a simple vista. Por ejemplo, la tararira no presenta dimorfismo sexual incluso en época reproductiva, por lo que la selección de ejemplares adultos se torna dificultosa. Si bien la hembra presenta un desarrollo ovárico con cambios evidentes a nivel macroscópico en diferentes épocas del año, el testículo no muestra alteraciones macroscópicas de aspecto relevantes, a lo largo del ciclo anual, incluso en su estado más fluyente (Matkovic, 1989). Por tal motivo, en los machos, se registran escasas o nulas diferencias en los valores de los índices gonadosomático durante el ciclo anual (Pinto Paiva, 1972 y Calvo et al., 1966). Esto se evidencia en la tesis de Matkovic (1989), donde debido a esto solo pudo realizarse una comparación detallada entre estados de maduración macroscópica de los ovarios.

Considerando su amplio rango de distribución geográfica y su importancia ecológica y socioeconómica, los trabajos sobre los aspectos reproductivos de la especie, son escasos y en su mayoría realizados con poblaciones del mismo género en Brasil (Pinto Paiva, 1972; Godoy, 1975; Marques et al., 2001; Querol et al., 2003 y Prado et al., 2006;), donde los niveles hidrométricos y temperaturas son muy diferentes a los encontrados en nuestro país. En este sentido, en zonas de clima templado, el comportamiento de la especie estudiada presenta una clara estacionalidad mostrando mayor actividad en los meses cálidos y un período de letargo en los meses más fríos (Ringuelet, 1967), lo cual debería reflejarse en diferentes aspectos de su biología. El uso de índices biológicos puede ser de utilidad para comprender los cambios estacionales y el uso de la energía por parte de los



organismos. Existen varios índices que han sido desarrollados para proveer medidas de la condición general de los individuos que componen las poblaciones de peces y caracterizar su estado nutricional y fisiológico (Bolger y Connolly, 1989; Goede y Barton, 1990; Blackwell et al., 2000; Barton et al., 2002; Pangle y Sutton, 2005). Entre los índices biológicos directos de uso más frecuente en peces, pueden mencionarse el gonadosomático (IGS; Nikolsky, 1963; Chang y Navas, 1984), hepatosomático (IHS; Heidinger y Crawford, 1977; Htun-Han, 1978), somatosomático (ISS), liposomático (ILS; Shul'man, 1974; MacFarlane et al., 1992). Estos índices eventualmente son utilizados para explicar los ciclos reproductivos, disponibilidad de alimento, intercambio de energía y/o variaciones en las respuestas frente algún estrés ambiental. En Argentina y en particular para la zona de la cuenca baja del río Salado, existen pocos trabajos donde se hacen referencia a algunos aspectos reproductivos y su relación con índices biológicos (Calvo et al., 1966; Matkovic, 1989; Balboni et al., 2009).

Según la bibliografía consultada (Pinto Paiva, 1972; Godoy, 1975; Matakovic, 1989; Marques et al., 2001; Querol et al., 2003; Prado et al., 2006), resulta evidente que los patrones reproductivos de la tararira difieren entre ambientes, en particular en el momento, frecuencia y duración del período de desove, la fecundidad y la talla de primera madurez. Estas diferencias estarían vinculadas fundamentalmente, como en muchos teleósteos de agua dulce, a las temperaturas locales y sus regímenes hidrológicos (Alikunhi, 1966).

En el presente capítulo se examinan diferentes aspectos reproductivos de la tararira en la cuenca baja del río Salado, su relación con diferentes índices biológicos y con parámetros ambientales como la temperatura, horas luz y precipitaciones. Además, se comparan los resultados con los obtenidos en diferentes partes de América.



3.2- Índices gonadosomático, su relación con otros índices y variables ambientales

3.2.1- Materiales y métodos

En este capítulo se utilizaron tarariras de la laguna Yalca capturadas a lo largo de todo el programa de muestreo. Dado que en esta laguna se aplicó el mayor esfuerzo de pesca, se dispone de una serie temporal de datos compuesta por información correspondiente a ejemplares capturados cada 30-45 días que posibilita el seguimiento cercano de los cambios a lo largo del tiempo. Con relación a esto, fue posible evaluar en detalle los cambios sufridos en las gónadas a lo largo del ciclo anual. Estos, fueron registrados a través de las diferentes metodologías que a continuación se describen.

3.2.1.1- Índices biológicos

En especies ictiófagas, la presencia de presas de gran porte podría alterar significativamente el peso total del pez, por lo tanto, para calcular los índices biológicos que se describen en este capítulo se hará uso del peso eviscerado (P_{ev}).

Con el objeto de estimar las variaciones relativas del peso de diferentes compartimientos del cuerpo a lo largo del año y su vínculo con el ciclo reproductivo, se calcularon los siguientes índices:

Índice gonadosomático eviscerado (IGSe)

Estima la variación relativa del peso de la gónada (P_g) respecto del peso eviscerado (P_{ev}) del individuo, permitiendo obtener información acerca de los ciclos reproductivos si es seguido en el tiempo, que se expresa de la siguiente manera:

$$IGSe = P_g \times 100 / P_{ev}$$

Por este motivo, se graficaron los IGSe individuales y promedio por mes de los ejemplares capturados en la Yalca.



Con el objetivo de entender cómo funcionan las oscilaciones relativas del peso del ovario respecto a la que experimentan otros órganos, en diferentes épocas del año, se buscaron relaciones entre los cambios del IGSe con otros índices corporales tales como el índice de condición eviscerado (Kne), índice somatosomático (ISS) y el índice hepatosomático eviscerado (IHSe) que se describen a continuación:

Índice de condición eviscerado (Kne)

El índice conocido como factor de condición relativo (Kn) permite comparar el estado de los individuos de una población en el rango total de tallas debido a que compensa cualquier cambio alométrico en el crecimiento Le Cren (1951). El Kne es el cociente entre el peso eviscerado observado (Pevo) y el peso eviscerado esperado (Peve), obtenido a partir de la relación Pevo-Lst de la población estudiada. Dicho Kne provee resultados más precisos y de mayor significado biológico. El valor de este índice es una medida de la desviación de cada ejemplar, desde los valores medios de su población o especie, correspondientes a su edad o intervalo de talla, (Weatherley y Gill, 1987) por lo tanto Kne informa acerca de cuanto se aleja un individuo de cierta condición estándar. Su estimación representa un buen complemento en la tarea de determinar períodos críticos y resulta muy útil si se pretende comparar peces capturados en distintos cuerpos de agua o momentos, ya que pone en evidencia diferencias, que pueden reflejarse también en otros aspectos de la biología como la fecundidad, el crecimiento, etc.

De los datos obtenidos de la talla y el peso de machos (160) y hembras (246) de ejemplares de tararira de la laguna Yalca se estableció la relación entre el peso eviscerado y la longitud estándar ajustando dichos datos a una curva potencial según la ecuación:

$$Peve = a \times Lst^b$$

Donde:



Peve es el peso eviscerado estimado obtenido a partir de la relación peso eviscerado observado (Pevo)-longitud estándar (Lst).

Pev: peso eviscerado del individuo

a la ordenada al origen.

b la pendiente.

Índice somatosomático (ISS)

Permite evaluar como varia el peso total respecto al peso eviscerado corporal, proveyendo con sus variaciones, información acerca de los cambios que experimentan, especialmente, el tejido óseo y muscular.

Según la fórmula:

$$ISS = Pev \times 100/Pt$$

Donde Pt es el peso total del individuo.

Índice hepatosomático eviscerado (IHSe)

Considera al peso del hígado en relación al peso eviscerado del cuerpo. Si se obtiene en un ciclo anual permite obtener información sobre las variaciones en la actividad hepática.

Según la fórmula:

$$IHSe = Wh \times 100/Pev$$

Donde Wh es el peso del hígado.

En caso de observarse para algún índice una distribución que tuviese más de una moda claramente separada/s para un mismo mes, se consideró analizar dichos grupos por separado, por asumir que se trataba de diferentes estados del índice para dicho momento.

En todos los casos, los índices se obtuvieron para ambos sexos. Los valores de cada índice fueron representados en el eje de tiempo sobre una escala anual.



Teniendo en cuenta que los índices no presentaron la condición de homocedasticidad, y de normalidad, se aplicó el test no paramétrico de Kruskal Wallis con datos pareados (KWdp) para detectar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los valores mensuales de cada uno de ellos.

3.2.1.2.- Variables ambientales

En los peces, algunos parámetros ambientales juegan un rol fundamental en el comportamiento reproductivo y las fluctuaciones de aquellos parámetros condicionan en menor o mayor grado el éxito reproductivo de la especie (Chávez et al., 2009; Rosso, 2007). Las temperaturas promedio del agua (TA) se registraron cada una hora mediante un termologger automático. Con las mediciones se obtuvieron los promedios diarios de temperatura dentro del ciclo anual con el fin de conocer la magnitud de los cambios cíclicos de esta variable. Además, se obtuvo la distribución de frecuencias de temperaturas diarias promedio. Los registros de la cantidad de horas de luz (HL) y precipitaciones promedio porcentuales (PPP) se obtuvieron con una periodicidad similar a partir de la estación meteorológica instalada en el Instituto Tecnológico de Chascomús (INTECH), ubicada a 7,5 km del área de estudio, durante el periodo de muestreo.

Por medio del coeficiente de correlación de Pearson se indagó sobre la existencia de relaciones significativas entre los cambios de valores de los distintos índices estimados, así como también con los cambios experimentados por las variables ambientales, como la temperatura del agua (TA), horas luz (HL) y precipitaciones promedio porcentuales (PPP), a lo largo de los muestreos. Los índices que presentaron diferencias significativas fueron graficados con el objetivo de identificar el patrón de cambio temporal.



3.2.2- Resultados

3.2.2.1- Índices gonadosomático y otros índices biológicos

En las hembras se observa una marcada estacionalidad, con valores altos de IGSe que inician a mediados de primavera y cesan a fines de verano.

También debe destacarse que se observa una gran dispersión de los valores de IGSe entre los meses de octubre a enero, indicando que en este periodo es cuando las hembras experimentan los mayores cambios en sus gónadas. Como se observa en la figura 3.2.2.1.1, estos meses correspondería al solapamiento de individuos con gónadas maduras, en maduración final y desovadas. Por eso, en dichos meses se obtuvo más de un valor para el índice (Tabla 3.2.2.1). Los valores de IGSe promedio oscilaron entre 0,78 y 7,04. Entre los meses de marzo a septiembre el índice presentó valores bajos, constantes y con escasa dispersión. Contrariamente, entre octubre y febrero, los valores resultaron altos y con elevada variabilidad lo que indicaría que la actividad reproductiva tiene lugar en el último periodo mencionado, señalando además diferentes grados de madurez sexual entre los individuos. El análisis KWdp indicó que los valores correspondientes a los meses de noviembre, diciembre y enero, donde la dispersión fue mayor, fueron significativamente más altos que en el resto de los meses. Los valores promedios de IGSe para machos fueron muy bajos, oscilando entre 0,10 y 0,23 y con desvíos constantes, durante todo el ciclo.

El Kne presentó valores entre 0,93 y 1,05 para las hembras y entre 0,92 y 1,11 para los machos, respectivamente. En general a lo largo del año este índice mantuvo valores mensuales con dispersión constante. No obstante, el análisis KWdp en las hembras indicó diferencias temporales, donde los meses de mayo, octubre y noviembre presenta valores significativamente más bajos. Sin embargo, durante septiembre y los meses de verano este índice logro diferenciarse del resto, evidenciando cierta estacionalidad.

Los valores del ISS para hembras fluctuaron entre 88,5 a 92,5., mientras que para machos estos valores oscilaron entre 91,1 y 93,2. El patrón de cambios observado en este índice para las hembras es opuesto al presentado por el IGSe. Entre los meses de marzo y julio, los valores del índice fueron altos, constantes y



poco dispersos. Lo mismo sucede con los valores de KWdp registrados durante dichos meses. En cambio, entre septiembre y febrero los valores resultaron más bajos y con una gran dispersión.

El IHS_e presentó valores medios similares en ambos sexos, aunque con mayor dispersión en machos que en hembras. Ambos presentaron un patrón similar de distribución temporal, con valores máximos entre mayo y julio. El análisis de KWdp reveló diferencias significativas para los meses de marzo, julio y noviembre para hembras y de mayo, octubre y noviembre para machos.

Cabe destacar que el análisis de Kruskal Wallis en machos no evidenció diferencias significativas en IGSe, Kne y ISS durante el ciclo anual.



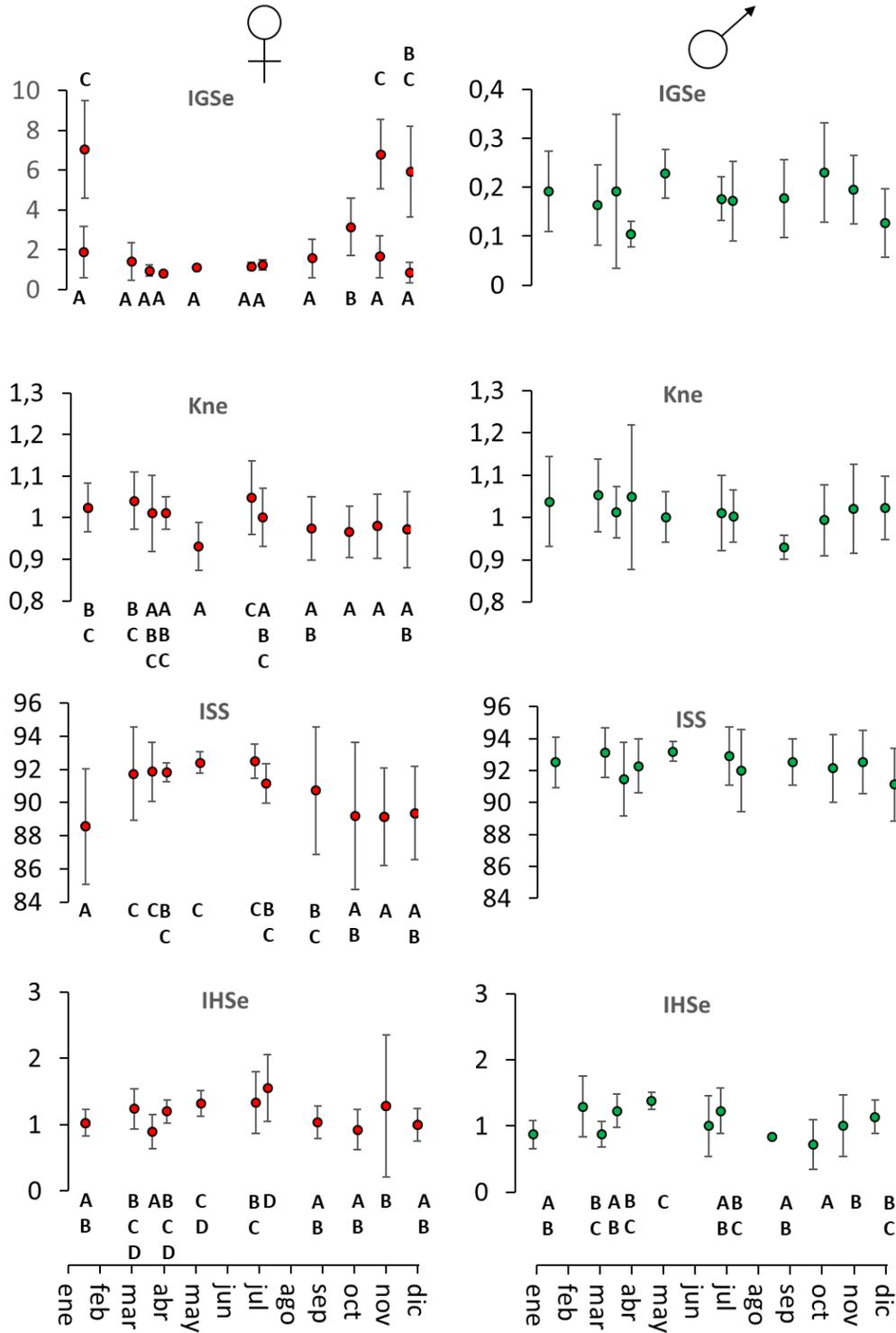


Figura.3.2.2.1.1. Distribución de los valores promedio con sus respectivos desvíos estándar (líneas verticales), por sexo de los índices analizados durante un ciclo anual. Las diferentes letras (debajo de los valores individuales) indican diferencias significativas entre meses, en caso de no compartir la misma letra ($p < 0,05$).



3.2.2.2- Variables ambientales

La temperatura y las horas luz demostraron un claro patrón de variación estacional similar, con marcas mínimas desplazadas (Figura 3.2.2.2.1 A). La distribución de frecuencia anual de las temperaturas diarias del agua exhibió una distribución bimodal sugiriendo la existencia de dos estados termales dentro del ciclo anual (Figura 3.2.2.2.1 B).

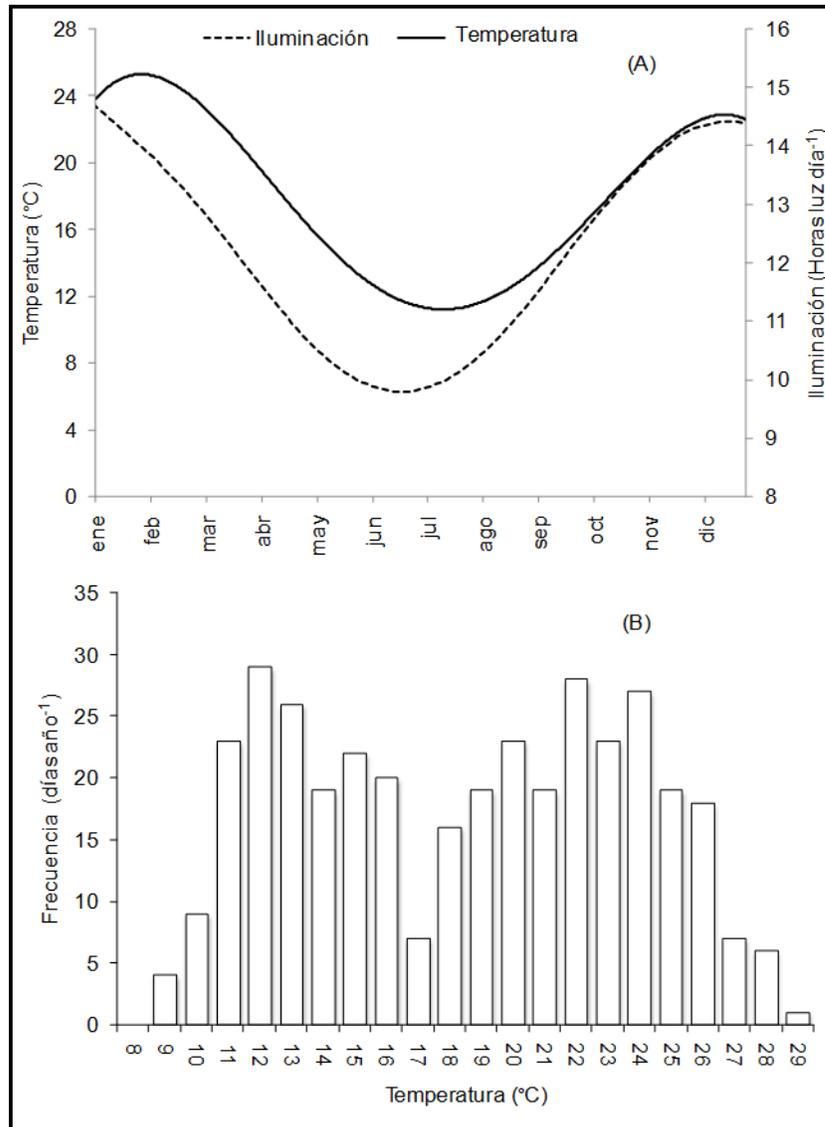


Figura.3.2.2.2.1. Valores promedio de la temperatura del agua y horas luz en el ciclo anual (A) y distribución de frecuencias de las temperaturas medias diarias correspondientes a los 365 días del año (B) en la laguna Yalca.



El análisis de correlación entre los índices biológicos y los parámetros ambientales, temperatura del agua (TA), Hora luz (HL) y precipitaciones promedio porcentuales (PPP), reveló la existencia de varias correlaciones estadísticamente significativas para las hembras (Tabla 3.2.2.2.1). Fueron positivas entre el IGSe con TA, HL y PPP, mientras que resultaron negativas entre el IGSe con ISS y el ISS con HL y PPP. Los machos no presentaron correlaciones significativas entre ninguna variable considerada.

Tabla 3.2.2.2.1. Matriz de coeficiente de correlación de Pearson entre los valores inferiores (Inf), superiores (Sup) y promedios (Prom) del índice gonadosomático eviscerado (IGSe), índice somatosomático (ISS), índice hepatosomático eviscerado (IHSe), factor de condición eviscerado (Kne) y los parámetros ambientales como temperatura del agua (TA), horas luz (HL) y precipitaciones promedio porcentuales (PPP), calculado para ambos sexos. N= tamaño de la muestra. En negrita se indican los valores de las correlaciones estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

	Hembras (N=246)						Machos (N=160)			
	IGSe	Kne	ISS	IHSe	IGSe	Kne	ISS	IHSe		
	Inf	Prom	Sup							
Kne	-0,19	-0,01	-0,03							
ISS	-0,59	-0,94	-0,88	0,08						
IHSe	-0,45	-0,43	-0,29	0,06	0,61					
TA	0,12	0,67	0,7	0,22	-0,62	-0,5				
HL	0,36	0,86	0,88	-0,01	-0,9	-0,6				
PPP	0,56	0,83	0,67	0,36	-0,74	-0,5				

En relación a esto, se observa que el ciclo reproductivo de la tararira es anual y este solo se ve reflejado al analizar el IGSe de la hembra, puesto que como se ha observado, es el único sexo que manifestó variaciones correlacionadas con variables ambientales estacionales.

El ciclo reproductivo estaría comenzando en agosto-septiembre con incrementos del fotoperiodo y la temperatura (Figura 3.2.2.2.2 A) y oscilaciones en aumento de las lluvias (Figura 3.2.2.2.2 B), produciéndose picos reproductivos asociados a las precipitaciones, de los que participarían algunos individuos de la población, que experimentan una fuerte caída del IGSe (IGSe inf). Mientras que aquellos que no participan en dicho desove, mantienen valores altos (IGSe sup), hasta el momento en que otra precipitación de verano induzca otro desove. Esta



interpretación de los resultados se fundamenta en el hecho de que los IGSe promedios, mostraron correlación significativa con las precipitaciones, indicando como esta variable influye en la caída de los IGSe promedio a medida que avanza la temporada reproductiva. En las hembras, el índice somatosomático presenta variaciones más notables a lo largo del tiempo que los machos, no obstante, dichos cambios acompañan las fluctuaciones que se dan en el peso de la gónada. Por lo cual la correlación con las variables ambientales es indirecta debido a este fenómeno. De hecho, ambos índices se correlacionaron significativamente. Resulta entonces interesante destacar la estabilidad del peso eviscerado de los individuos a lo largo del año.

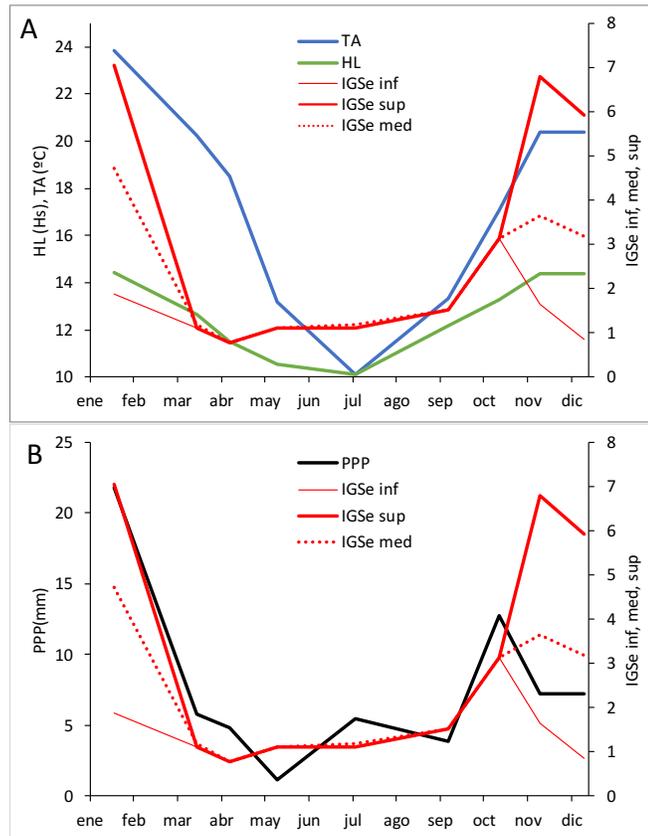


Figura. 3.2.2.2.2. Valores de IGSe y su relación con los promedios mensuales de Temperatura del agua (TA) y Horas luz (HL) A y con las Precipitaciones promedio porcentuales (PPP) B.



3.3- Ciclo gonadal en escala macroscópica

3.3.1- Materiales y métodos

Otra forma de estimar el grado de maduración gonadal es a través de la caracterización a nivel macroscópico de la gónada. Existen esquemas detallados que describen el desarrollo gonadal a través de diferentes aspectos cualitativos y cuantitativos para diferentes especies, que habitan la región pampeana (Matkovic, 1989; Colautti, 1997, Maiztegui, 2016). La mayor parte de ellas pueden ser clasificadas según una escala simple de cinco estadios: inmaduro (juvenil), maduración inicial, maduración final, puesta y post-puesta. En este capítulo se utilizó una escala de seis estadios para hembras (adaptada a la descrita por Matkovic en 1989): donde se tuvo en cuenta, forma, sección transversal, color de la gónada e índice gonadosomático promedio. En los machos se utilizó una escala de 4 estadios. Si bien se intentó recurrir al mismo criterio que las hembras, la identificación de los estadios puede ser más compleja, puesto que el testículo, se presenta como un delgado cordón dorsolateral de muy escasa fluctuación durante todo el año, por lo que algunos estadios se asemejan mucho entre si y solo se pudieron inferir según la época del año.



3.3.2- Resultados

A partir de la disección de 303 hembras de tararira y el registro bibliográfico se creó una escala de identificación de madurez sexual a nivel macroscópico en la cual se reconocieron los siguientes 6 estadios de madurez gonadal:

Estadio 1: Ejemplares juveniles. Ovarios acintados muy delgados translucidos o amarillentos. Sección transversal fusiforme sin ovocitos visibles. IGSe promedio: 0,1.

Ovario: Estadio 1



Los siguientes estadios corresponden a ejemplares adultos con distinto estado de desarrollo gonadal:

Estadio 2: Reposo. Sección transversal subtriangular. Color rosado claro a anaranjado. Algunos ovocitos pequeños pero definidos, donde se puede evidenciar la aparición de un núcleo de color más oscuro a simple vista. IGSe promedio: 0,44.





Ovario: Estado 2



Estadio 3: Sección transversal semicircular a circular. Color amarillo. Con ovocitos diferente grado de desarrollo y espacios sin ovocitos aparentes. Vena ovárica de color rojo. IGSe promedio: 1,33.



Ovario: Estadio 3

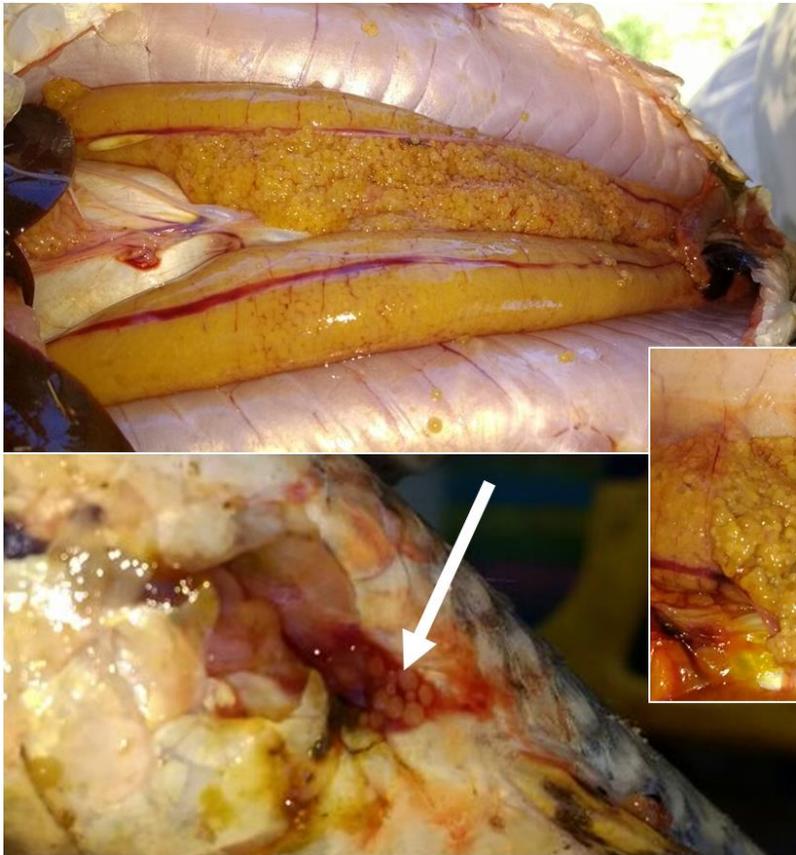


Estadio 4: Sección transversal circular. Color amarillo. Con ovocitos diferente grado de desarrollo, y de mayor diámetro. Vena ovárica de color rojo-morado. IGSe promedio: 4,39.



Estadio 5: Desovante. El gran desarrollo del ovario hace que la vena ovárica “separe” a la gónada longitudinalmente en dos, presentando en un corte transversal, forma de corazón. Si bien existen ovocitos en diferente grado de desarrollo, son más frecuentes los de mayor tamaño. Vena ovárica morada. Al practicar la técnica de stripping, se puede visualizar la salida de ovocitos maduros por la papila urogenital. IGSe promedio: 5,82. La flecha indica la salida de los ovocitos luego del stripping.





Ovario:
Estadio 5

Estadio 6. Desovado. Sección transversal subtriangular redondeada. De color pardo sanguinolento. De textura flácida al tacto, con ovocitos de diferente grado de desarrollo, pero con pocos ovocitos maduros. IGSe promedio: 0,7.



Gónada: Estadio 6



También se podría definir un estadio 7, donde la gónada es uniforme en toda su extensión con ovocitos inmaduros. No obstante, se considera que por sus características similares a un estadio 2, podría traer dificultades en su reconocimiento y en ocasiones solo pueden atribuirse tales diferencias al momento del año en que fueron extraídas. Por tal motivo, a los efectos de interpretar mejor los resultados, en esta tesis solo se reconocerán los 6 estadios ya descriptos.

Según el patrón de distribución de los diferentes estadios de maduración macroscópica de ovarios (Figura 3.3.2.1) se evidencia que la especie presenta un ciclo de reproducción estacional. Dicho ciclo se encuentra limitado por las estaciones de los meses cálidos donde los incrementos porcentuales de los estadios madurativos 3, 4 y 5 son continuos y los meses fríos representados casi exclusivamente por los estadios de reposo, sin actividad reproductiva. El aumento progresivo durante el periodo estival de los estadios de madurez más avanzados, además de evidenciar el tipo de maduración ovocitaria de tipo parcelada o por tándem durante estos meses, se corresponden con los incrementos de los valores de IGSe para esa época del año.

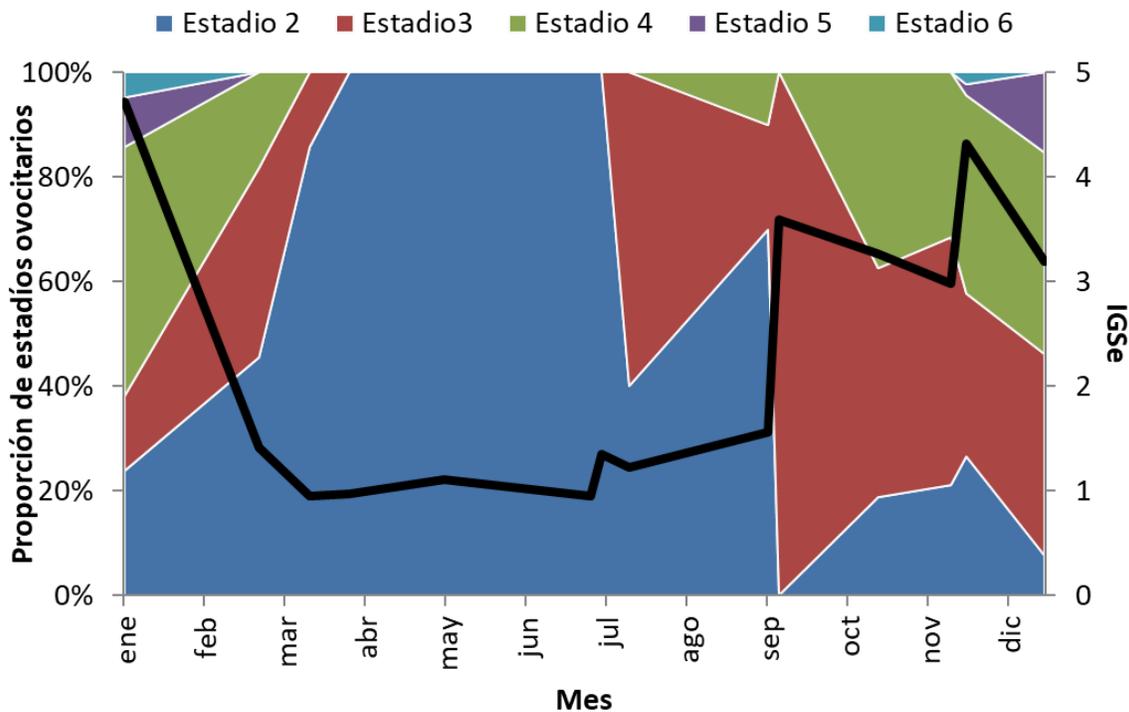


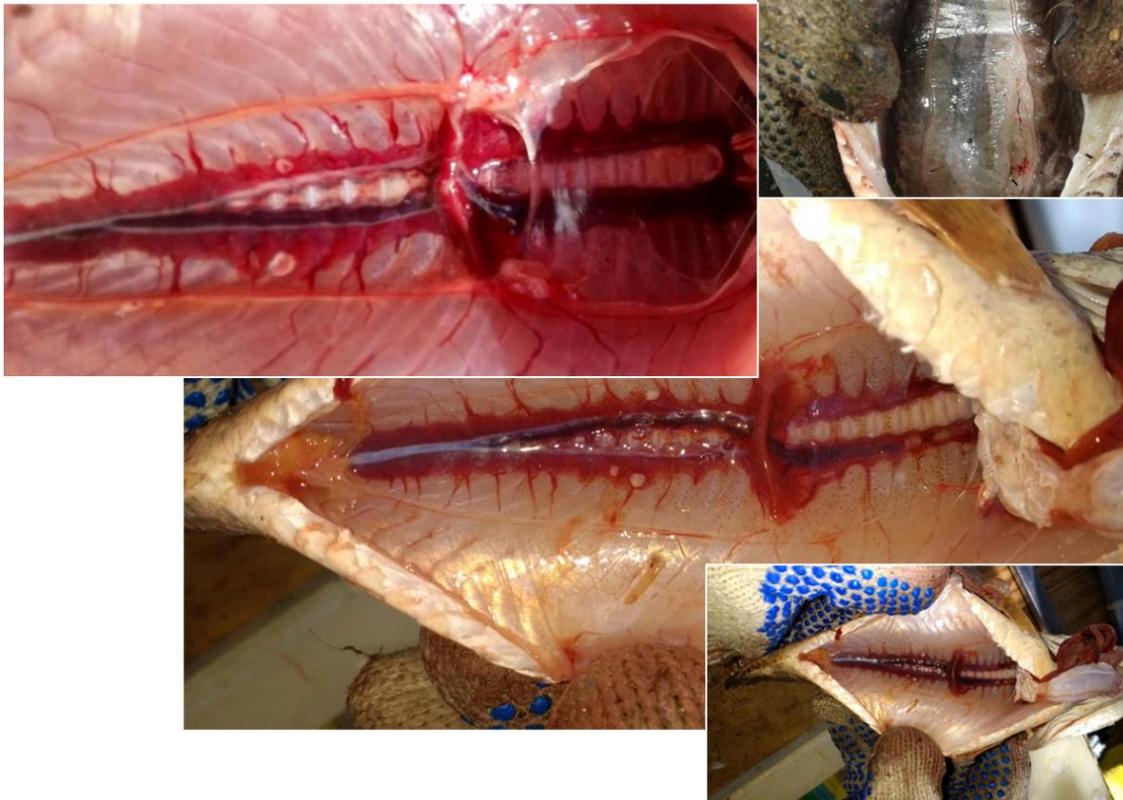
Figura. 3.3.2.1. Distribución de los diferentes estadios identificados en las hembras durante un ciclo anual. La línea negra muestra los valores promedio mensuales del IGSe.



Se procesaron 162 ejemplares machos, para los cuales se describen los 4 estadios gonadales macroscópicos que pudieron distinguirse:

Estadio 1: Ejemplares juveniles. Inmaduro. Testículos muy delgados traslucidos Tamaño y forma similar en toda su longitud. Casi insensibles al tacto. A simple vista por estar rodeado de grasa a ambos lados, en toda su longitud, pueden confundirse con hembras del mismo estadio.

Testículo: Estadio 1



Estadio 2: Sección ovalada a circular. Color blanquecino a amarillento. Tamaño y forma similar en toda su longitud. Al tacto se presenta como un pequeño sobresalto de la pared mesentérica. IGSe promedio: 0,19. Periodo otoño-invierno, aunque pueden presentarse con este aspecto todo el año.



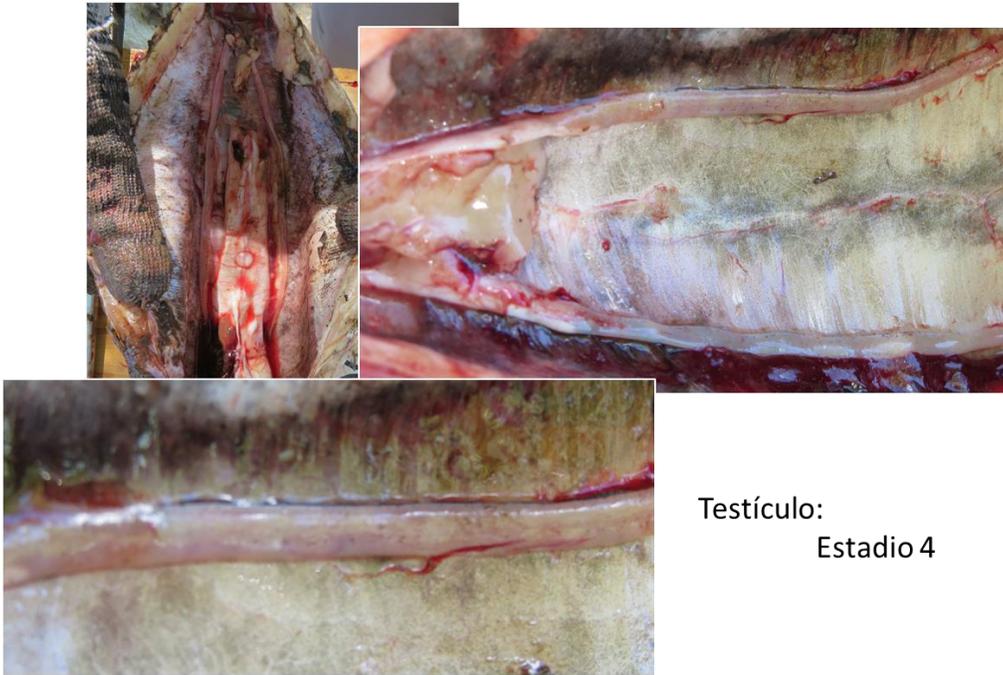
Testículo:
Estadio 2



Estadio 3: Fluyente. Sección transversal circular. Color blanco. Bien visible. Al realizar la maniobra de stripping puede expulsar una pequeña cantidad de semen. IGSe promedio: 0,18. Mejor representado en primavera-verano.

Estadio 4: Sección transversal circular. Color blanco con manchas pardas. Tamaño y forma irregular a lo largo de la gónada. IGSe promedio: 0,3. Periodo post-reproductivo.





Testículo:
Estadio 4

Si bien la cantidad de ejemplares procesados es menor que el de hembras, es evidente que el ciclo reproductivo de los machos es estacional. El estadio 3 se encuentra mejor representado en los meses estivales, aunque como se ve en la figura 3.3.2.2 puede extenderse hasta los meses fríos del año.



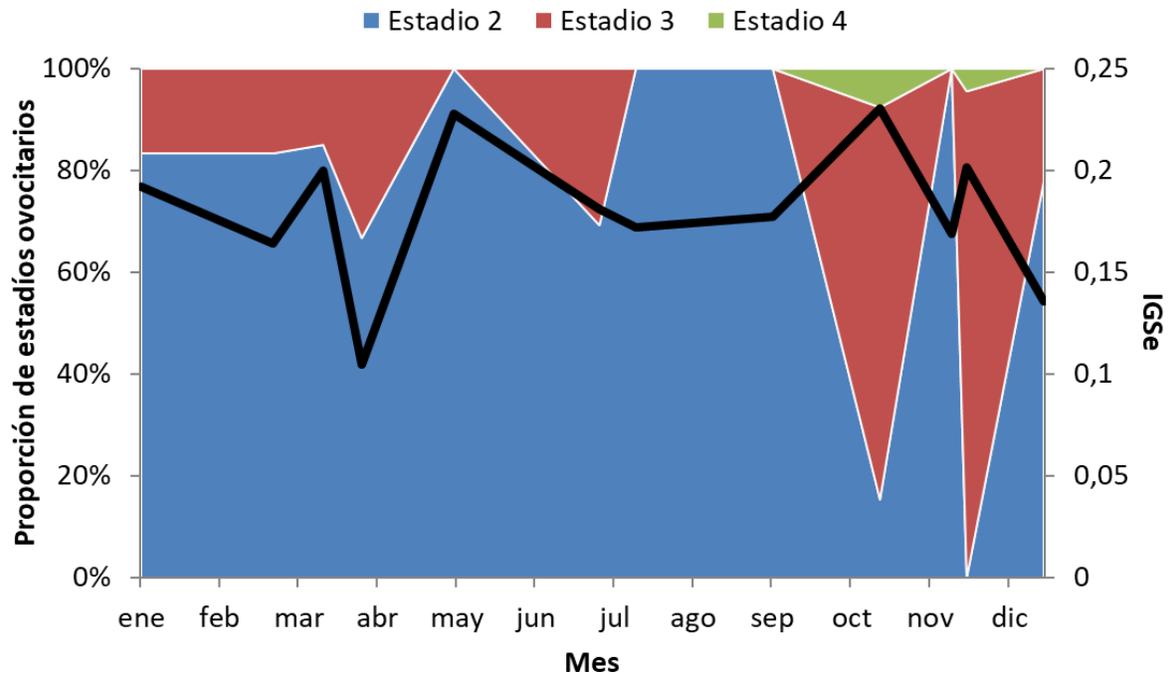


Figura. 3.3.2.2. Distribución de los diferentes estadios identificados en los machos durante un ciclo anual. La línea negra muestra los valores promedio mensuales del IGSe.



3.4- Ciclo de maduración ovocitaria y fecundidad

3.4.1- Materiales y métodos

3.4.1.1- Ciclo de maduración ovocitaria

Con el objeto de conocer el patrón de maduración ovocitaria durante el ciclo reproductivo, se seleccionaron ovarios en distinto estado de desarrollo en diferentes momentos del año.

Los ovarios fueron sumergidos en una probeta con 100 ml de agua para obtener el volumen total de la gónada. Los ovocitos de cada gónada fueron separados manualmente bajo flujo de agua y tamices. Esto no solo facilitó la separación de los ovocitos sino también descartar el tejido sobrenadante. Posteriormente se obtuvo el volumen total de ovocitos (Vto). Del Vto se obtuvieron 3 submuestras de 1ml cada una. De cada submuestra, se contaron y midieron los diámetros de todos los ovocitos a través de una lupa binocular Nikon SMZ 800, con cámara incorporada Evolution VF. Las mediciones se efectuaron con el programa Image-Pro Plus. A partir del número promedio de ovocitos por unidad de volumen para cada gónada (Npo) y el volumen total de la gónada, se obtuvo el número total de ovocitos por gónada Nto:

$$Nto = Npo \times Vto$$

Se analizó la distribución de frecuencias de diámetros de ovocitos correspondientes a los ovarios analizados por cada fecha de muestreo y se representaron en el tiempo para evaluar la dinámica del proceso de maduración de los ovocitos en el ciclo anual.

3.4.1.2- Fecundidad

Para estimar la fecundidad parcial (Fp) se seleccionaron aquellos ejemplares que se encontraban con un estado de madurez sexual previo al desove, seleccionando las hembras con estadio 4 o 5 y con un IGSe, promedio superior al 30% del valor de IGSe promedio individual más alto para la especie (Braun, 2005).



Los ovocitos obtenidos luego de procesar estas gónadas, siguiendo el protocolo descrito previamente, se separaron por tamaño y densidad empleando tamices con tamaños de malla decreciente (tamices Zonitest n° 14, 18) hasta obtener una muestra "limpia" de ovocitos de mayor tamaño, considerados maduros. Luego con una probeta de vidrio de 100 ml se obtuvo el volumen total ocupado por estos ovocitos (V_{tom}). De este volumen se extrajeron 3 submuestras de 1 ml. Se contabilizaron los ovocitos de cada submuestra y se calculó el número de ovocitos maduros promedio por unidad de volumen (N_{pom}). Para el cálculo de la fecundidad parcial se utilizó aquel N_{pom} donde el coeficiente de variación (CV) entre las submuestras no superaba el 10 % entre ellas.

La fecundidad parcial (F_p) se calculó según la siguiente formula:

$$F_p = N_{pom} \times V_{tom}$$

Los valores obtenidos de F_p se relacionaron con la longitud estándar, los pesos eviscerados y gonadal y el volumen de la gónada. Se aplicaron diferentes modelos con el objeto de encontrar el mejor ajuste según el coeficiente de determinación (r^2). Además, se calculó la fecundidad relativa (F_r) en función del peso total y peso eviscerado y del peso gonadal (P_g), para cada individuo:

$$F_r = F_p \div P_j$$

Donde P_j es el peso total, eviscerado y gonadal según corresponda.

$$F_r = F_p \div V_g$$

Donde V_g es el volumen gonadal.

Suponiendo que a igual volumen el número de ovocitos debiera ser menor al aumentar el tamaño de los mismos, se representó el N_{pom} promedio durante el periodo que abarca la actividad reproductiva con el objetivo de evidenciar el



momento próximo a la puesta. En este sentido para determinar como la gónada es evacuada durante el periodo reproductivo, se utilizaron los valores de Fr media, mínima y máxima de los meses previos al desove y durante el transcurso del mismo.

Se comparan los valores de fecundidad parcial y relativa con los obtenidos por otros autores para la especie a lo largo de su distribución neotropical y se discuten los resultados.

3.4.2- Resultados

3.4.2.1- Ciclo de maduración ovocitaria

Según el análisis de diámetros de ovocitos (Figura 3.4.2.1.1) se observa que, durante todo el año, persistieron dos diámetros de ovocitos con modas bien definidas, producto de la maduración parcelada que posee la especie.

Por lo que se puede ver en el gráfico, la tararira presentaría varias puestas con picos que se extenderían durante el mes de enero. Esto se evidencia no solo por el tamaño del ovocito, sino también por la cantidad de ovocitos presentes por unidad de volumen en el periodo que abarca la actividad reproductiva (Figura 3.4.2.2.2).



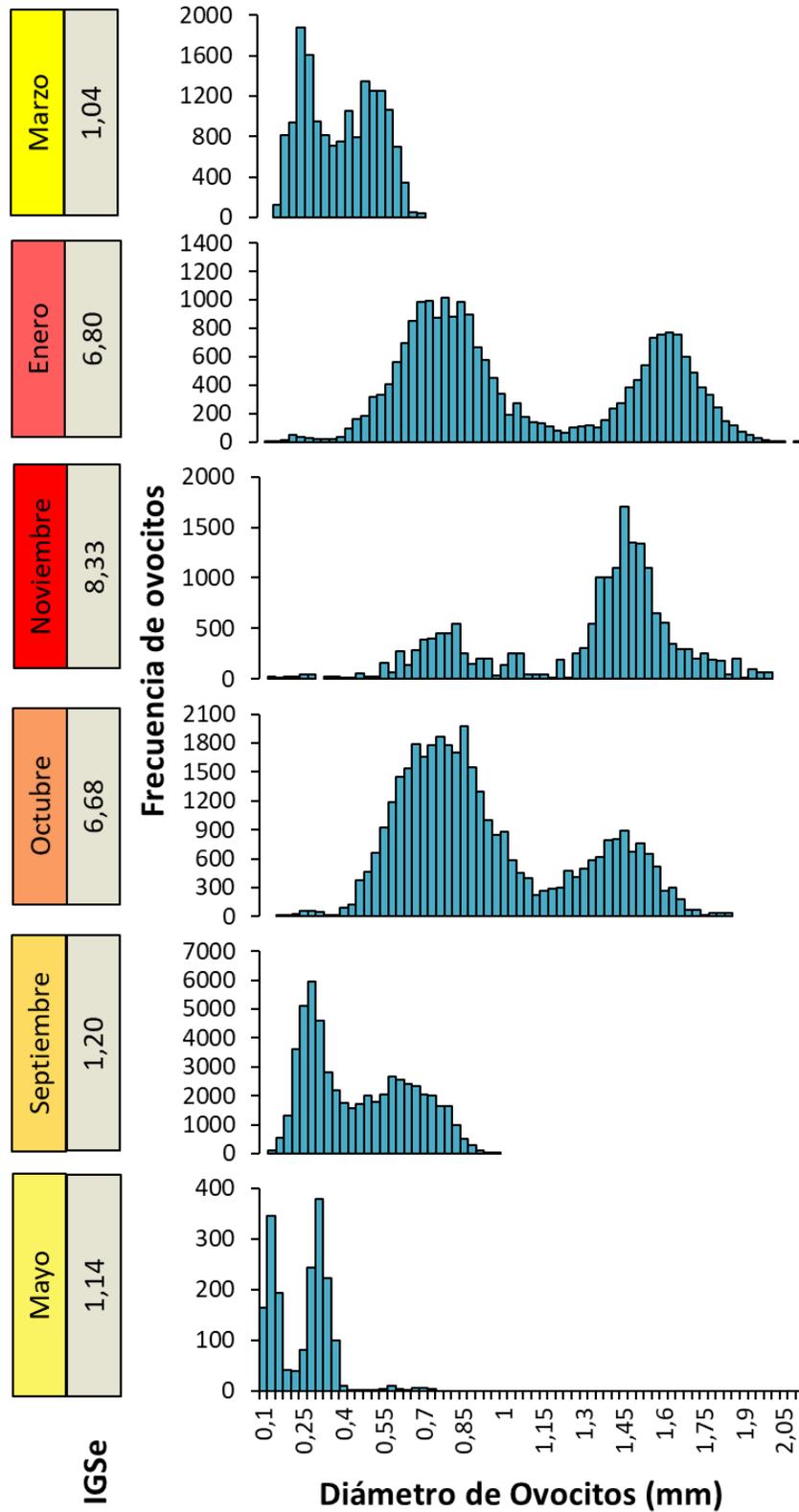


Figura. 3.4.2.1.1. Distribución de frecuencias de diámetros de ovocitos de tararira en diferentes momentos del año.



3.4.2.2.- Fecundidad

Se procesaron un total de 20 ovarios maduros durante los meses potencialmente reproductivos (octubre-enero). Los ejemplares presentaron una talla total que oscilo entre 284-600 mm y un peso total de 310-2909 gr.

De la relación entre la fecundidad parcial con la longitud estándar, el peso (eviscerado y gonadal) y el volumen gonadal total (Volg), surge que existe una relación significativa de tipo lineal tanto con el peso como con el volumen del ovario (Figura 3.4.2.2.1). Por lo tanto, ambas medidas podrían utilizarse como predictoras fiables de la fecundidad en hembras maduras.

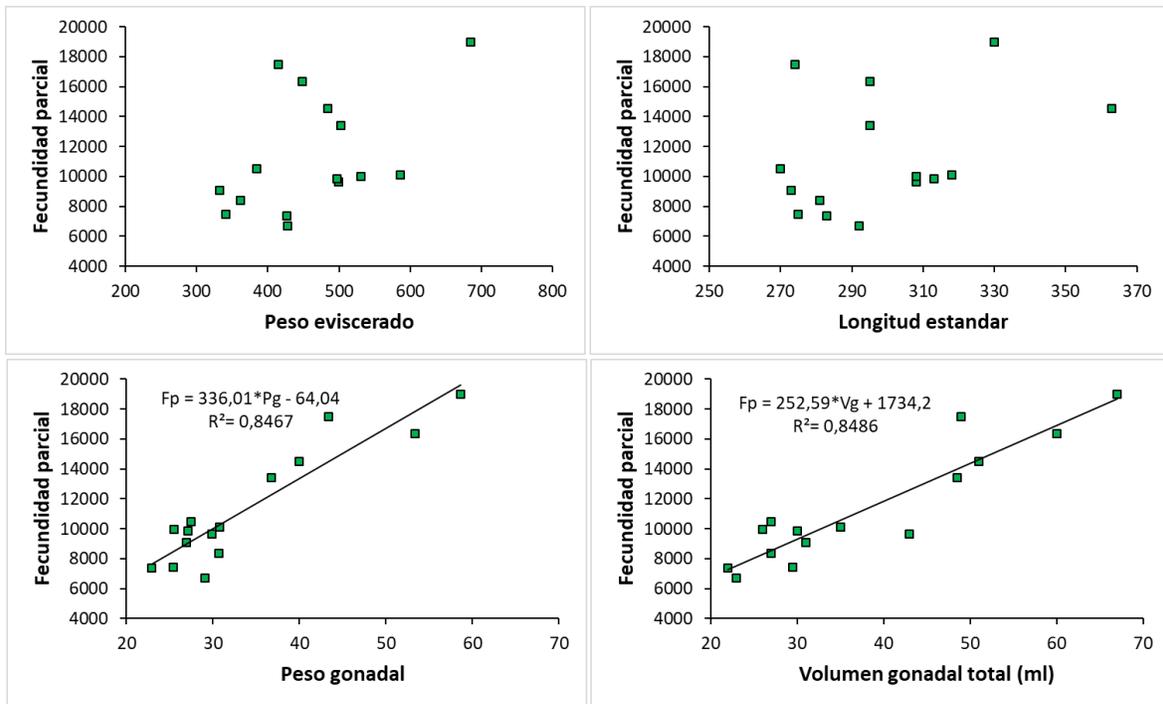


Figura. 3.4.2.2.1. Relación entre la fecundidad parcial con la longitud estándar (a), peso eviscerado (b) peso gonadal (c) y el volumen gonadal total (d).

Por presentar una puesta en tándem o parcelada, no fue posible obtener un valor de fecundidad absoluta. Sin embargo, se obtuvieron registros de fecundidad parcial a través de los ovocitos maduros o próximos a madurar, donde se obtuvo una media de 11432 ($\pm 4414,89$) con registros mínimos de 6240 y máximos de 19323 ovocitos.



Al considerar las fecundidades relativas expresadas en número de ovocitos/g. pez o gónada y número de ovocitos/ml gónada se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 3.4.2.2.1), lo cual representa un marco de referencia para aproximar la cantidad de ovocitos que pueden producir potencialmente en promedio las tarariras hembras maduras por unidad de peso corporal o gonadal

Tabla 3.4.2.2.1. Valores Promedio Desvío estándar (DE) y mínimos (Min) y máximos (Max) de la fecundidad relativa en función del peso total (Fr-Pt), peso eviscerado (Fr-Pev), peso gonadal (Fr-Pg) y volumen de la gónada (Fr-Volg).

	Promedio	DE	Min	Max
Fr-Pt	20,7	7,2	10,6	35,7
Fr-Pev	24,7	8,4	11,8	42,2
Fr-Pg	380,1	174,6	115,2	990,9
Fr-Volg	319,3	50,0	252,3	440

A partir del análisis de número promedio de ovocitos maduros/ml (Npom) en el periodo próximo a la puesta, se evidencia que el número de ovas disminuye drásticamente después de octubre y se mantiene en el orden de las 300 ovas/ml durante el periodo que abarca el pico reproductivo. Momento en el cual el IGSe comienza a incrementar sus valores (Figura 3.4.2.2.2). Este valor de 300 Npom puede considerarse entonces, el correspondiente a hembras cercanas al desove, observándose incluso, en enero el mínimo valor debido a que en dicho mes se registraron los máximos diámetro ovocitarios.



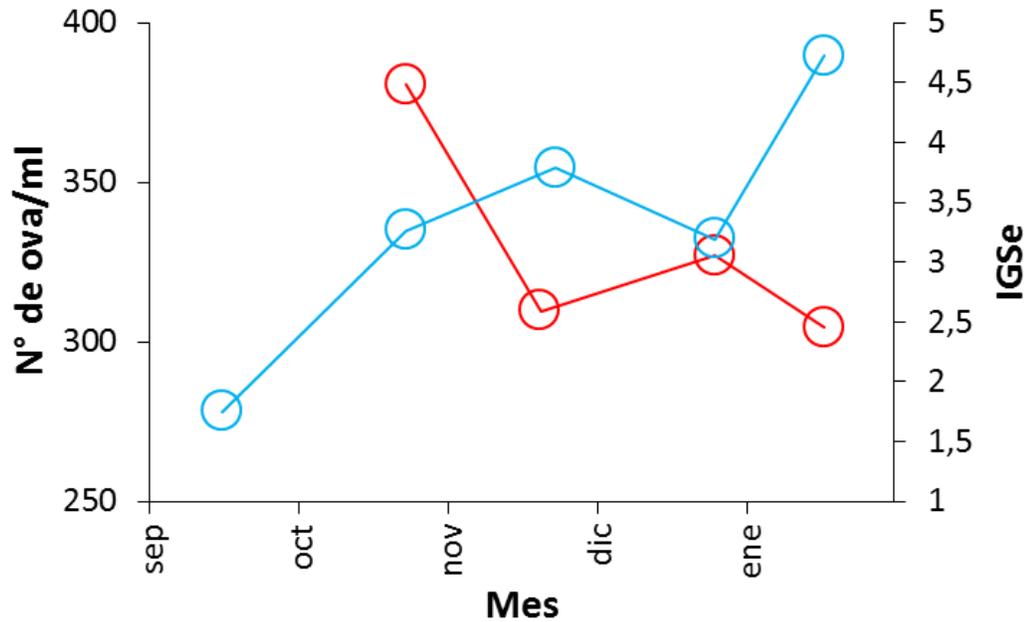


Figura. 3.4.2.2.2. Número de ovocitos /ml (rojo) e valores IGSe (azul) durante el periodo reproductivo.

Otra forma de evidenciar el comportamiento de la gónada durante los meses de actividad reproductiva es a través del seguimiento de la fecundidad parcial y relativa durante esos meses. En general a medida que trascurren los meses los valores medios de F_p y F_r disminuyen al finalizar el periodo reproductivo, sin embargo, los registros máximos y mínimos dan a conocer que existe una gran diversidad de valores durante los meses de mayor actividad reproductiva (Tabla 3.4.2.2.1), solo con el volumen de la gónada no se observa esta variabilidad (Figura 3.4.2.2.3).



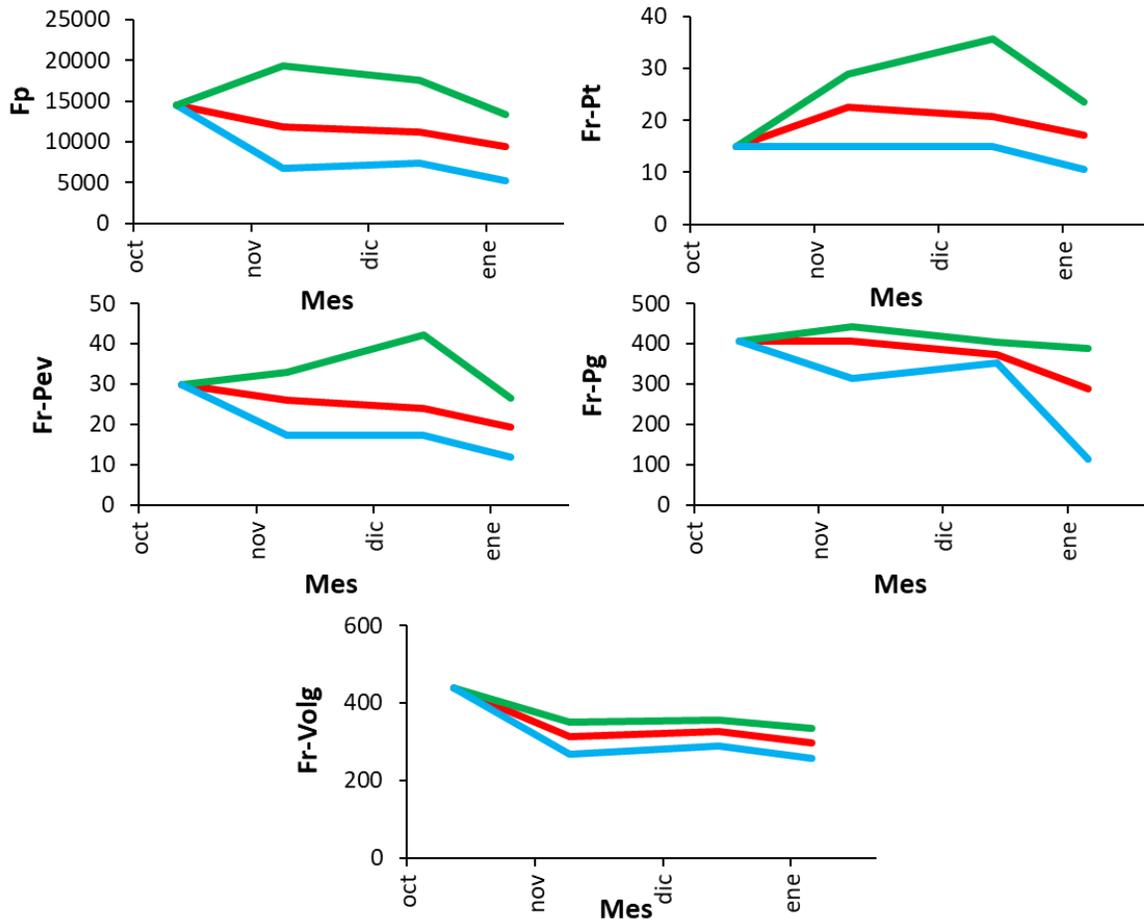


Figura. 3.4.2.2.3. Registros de fecundidades parcial y relativas media (Roja), máximas (verdes) y mínimas (celeste), durante los meses de mayor actividad reproductiva.

En la tabla 3.4.2.2.2 se resumen los valores de fecundidad parcial y relativa para la especie obtenidos en esta tesis y por otros autores. Se observan que los valores de Fp en la Yalca son bajos, comparados con los obtenidos por Ramírez (1963) en la laguna de Chascomús, pero no hay que dejar de considerar que este parámetro depende del tamaño de la hembra. Sin embargo, estos resultan ser valores medios si se tiene en cuenta el conjunto de los trabajos. Por otro lado, los datos de la fecundidad relativa expresados como el número de ovocitos por cada gramo de pez (ovo/pez) obtenidas en esta tesis, resultan similares con el resto de los trabajos recopilados, pero presenta los valores más bajos de ovocitos por cada gramo de ovario (ovo/ova), registrados para toda la región.



Tabla 3.4.2.2. Registro de fecundidades parciales y relativas de la tararira obtenidas en diferentes regiones de su distribución natural.

Autor	Año	Lugar	Fecundidad	Fecundidad
			Parcial	Relativa
Balboni L.	Tesis	Yalca	11432	20,73 ovo/pez
		Argentina		380 ovo/ova
Ramirez	1963	Chascomús	37500	797 ovo/ova
		Argentina		
Pinto Paiva	1972	Nordeste	46000	38,3 ovo/pez
		Brasil		1,095 ovo/ova
Ulibarrie	1986	Santa Fe	10940-53310	8-45 ovo/pez
		Argentina		
Barbieri. G	1989	Rep. De Monjolinho	7875	
		Brasil		
Querol, Querol	1993	Uruguiana	10248	13,4 ovo/pez
		Brasil		
Planquette	1996	Guayana Francesa	2500-3000	
Araujo-Lima Bittencourt	2001	Rio Amazonas	6446-14131	21-23 ovo/pez
		Brasil		
Querol et. al	2003	Uruguiana	9620-18080	13,4-15,4 ovo/pez
		Brasil		



3.5- Proporción de sexos

3.5.1- Materiales y métodos

Se calculó el valor porcentual de cada sexo por muestreo realizado en la laguna de Yalca. Para evaluar la existencia de diferencias respecto de la relación 1:1 en las proporciones de sexos halladas en la laguna, se aplicó un test Chi cuadrado. Se evaluaron las relaciones entre las proporciones de sexos en la costa y el centro del cuerpo de agua mediante el test t Student para poner en evidencia patrones de distribución espacial diferencial por sexo.

3.5.2- Resultados

La relación entre sexos para la laguna Yalca fue de 1,52 hembras por cada macho, difiriendo significativamente de la relación 1:1 (Chi cuadrado; $p < 0,01$). La distribución mensual de los porcentajes por sexos (Figura 3.5.2.1) muestra que la predominancia de las hembras sobre los machos se mantiene durante la mayor parte del año, salvo en los meses otoñales, donde las proporciones tendieron a equipararse. El test t Student demostró que las proporciones de sexos en la zona costera y en el centro de la laguna resultaron diferentes $p = 0,84$.

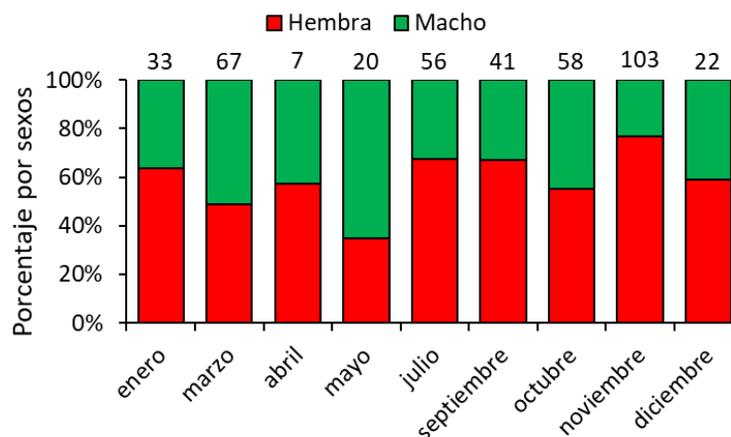


Figura. 3.5.2.1. Porcentaje de ejemplares por sexo obtenidos mensualmente en los diferentes sitios muestrales realizados en la laguna Yalca. En parte superior de las columnas indica el número total de individuos involucrados en la estimación de los porcentajes por sexo.



3.6- Discusión y conclusiones

Muchas especies de peces de aguas templadas exhiben variaciones estacionales de la condición, nutrición y de almacenaje de energía, que se relacionan generalmente con las variaciones temporales de los factores ambientales, tales como el suministro de alimentos, temperatura del agua, necesidades metabólicas, y/o con el ciclo de la reproducción de la especie (Love, 1970; MacKinnon, 1972; Pierce et al., 1980; Dygert, 1990; Freyre et al., 2009).

Durante el desarrollo de este trabajo, la temperatura del agua presentó dos periodos térmicos con medias de 12,5 °C y 22,5 °C. Esta última temperatura se considera como la que favorece el mayor crecimiento en masa para la tararira (Petry et al., 2007), lo cual se ve reflejado también en las respuestas comportamentales (Ramírez, 1963; Ringuélet et al., 1967; Domanico, 1998) y fisiológicas de este pez ya que en este lapso se observaron también las mayores oscilaciones en el IGSe, demostrando actividad reproductiva. Con relación a esto y coincidiendo con los resultados, Matkovic (1989), señala que el periodo de freza se caracteriza por fotoperiodos largos de más de 14 horas luz y temperaturas medias superiores a los 17°C y precipitaciones mayores a los 80 mm mensuales, mientras que el periodo de posdesove se situaría en la fase descendente de estas tres variables. Sin embargo, el mismo autor menciona que los machos responderían más uniformemente a los factores ambientales que las hembras, mientras que estas últimas requerirían otro tipo de estímulos para desencadenar los procesos de vitelogénesis y maduración final. Es evidente que estos parámetros, cumplen un rol en la regulación del ciclo de maduración gonadal e influyen sobre el ciclo reproductivo de la especie. Resulta evidente que las horas luz sería el factor que modula de manera general la maduración de los ovarios, ya que mostró la mayor correlación. La temperatura y las precipitaciones cobran relevancia, durante los meses en que ocurre desove, ya que los picos máximos de las tres variables ambientales coinciden con los valores más altos registrados en el índice gonadosomático. Por lo cual tendrían influencia sobre la maduración final y el desove. El incremento del nivel hidrométrico en la laguna producto de las precipitaciones, acompañado de un aumento en el



fotoperiodo y de las temperaturas del agua, activaría la maduración final de las gónadas de la especie.

La alta correlación negativa del IGSe con ISS en hembras indicaría un aporte energético de la masa corporal hacia la gónada durante la maduración ovocitaria, (Rösch, 2005). Los mayores valores del IGSe entre noviembre y enero son asimismo indicadores del período de maduración gonadal final y reproducción.

A lo largo del ciclo anual, se observa un incremento del IHSe durante los meses de julio y noviembre. Tal incremento se debe al proceso de acumulación de vitelogenina asociado a la maduración de la gónada, que se manifiesta en este órgano previo a la reproducción (Borek y Sa-pota, 2005). En la tararira, que el hígado incrementa su peso en distintos momentos podría vincularse a más de un evento de desove por hembra debido a la necesidad de remadurar la gónada. Este fenómeno posiblemente esté indicando actividad hepática relacionada al procesamiento de energía proveniente de otros compartimientos del cuerpo que es direccionada en las hembras por este órgano hacia el ovario durante la maduración de oocitos (Selman y Wallace, 1989; Braun y Fontoura, 2004).

Considerando el comportamiento anual del ISS se observa que la energía derivada a la maduración gonadal es acumulada fundamentalmente a fines de verano y otoño, cuando ya ha ocurrido la reproducción y la temperatura y las horas luz todavía permanecen altas como para sostener una actividad trófica elevada. Estas condiciones son confirmadas por un incremento en el desarrollo gonadal asociado al aumento de la temperatura del agua y a la mayor cantidad de horas luz diaria. Así también en hembras se presentó una relación negativa de ISS con las HL y PPP. Esto ocurre porque este índice estaría reflejando entonces, principalmente los cambios que ocurren en el peso de los ovarios implicando, además que el peso eviscerado no sufre cambios sensibles a lo largo del ciclo anual. Esto se confirma al evaluar las fluctuaciones del ISS en los machos.

Se concluye que el uso de diferentes índices biológicos en la tararira solo permite realizar el seguimiento del ciclo de maduración ovárica que presenta patrones de variación altamente estacionalizados. Llama la atención que otros índices particularmente, el de condición no hayan variado significativamente a lo



largo del año tanto en hembras como en machos. De acuerdo con varios autores (Ramírez, 1963; Pinto Paiva, 1972; Hensley y Moody, 1975; Matkovic, 1989; Cogollo-Bula et al., 2001; Prado et al., 2006; Rosso, 2007), en arroyos y lagunas de la cuenca baja del río Salado, la tararira presenta un ciclo reproductivo anual con marcados periodos de maduración gonadal y desoves parciales que comienza en primavera y finaliza a mediados de verano. La capacidad de parcelar la puesta y de presentar cuidados parentales (Ramirez, 1963; Matkovic, 1989; Rosso, 2006), le permitirían a la especie incrementar la probabilidad de supervivencia, en diferentes tipos de ambientes. Conforme los resultados de este estudio, fuera del período reproductivo, las gónadas presentan un claro estado de reposo que se prolonga durante los meses fríos del resto del año. Cabe señalar que el comportamiento estacional de la gónada es más conspicuo en las hembras, puesto que en los machos los cambios macroscópicos de la gónada no son tan notorios durante el referido ciclo anual. Estas observaciones coinciden con la descripción propuesta por Matkovic (1989), para la laguna de Chascomús. Este autor indica que el inicio de la maduración final comienza en noviembre para las hembras y fines de octubre para machos, finalizando la actividad reproductiva de ambos en febrero. Por otro lado, Calvo et al. (1966), también en la laguna de Chascomús, encuentran que el inicio de la maduración comienza en septiembre-octubre llegando a la madurez final entre diciembre y enero. Considerando los resultados expuestos en este trabajo, en el índice gonadosomático eviscerado de las hembras observamos una clara estacionalidad en el desarrollo de la gónada, donde encontramos que la reproducción ocurriría entre los meses de octubre y enero. Resulta relevante indicar que, durante estos meses de desove, el IGSe presentó dos valores medios que corresponderían a hembras desovadas y en grado avanzado de maduración. Esto se verifica en el análisis de clasificación macroscópica y podría vincularse al hecho de que la tararira presenta varios desoves parciales (Matkovic, 1989). En nuestro caso, la distribución polimodal de frecuencias de tamaños de ovocitos a lo largo del año permite observar que, al llegar a los meses reproductivos se observan dos tandas de ovocitos de diferentes tamaños que serán evacuados sucesivamente en dicha temporada. Esto confirma la dinámica de maduración descrita y también la



existencia de un patrón de puestas en tándem o parceladas. Conforme los resultados, los desoves ocurrirían asociados a las precipitaciones.

Sobre la base de los resultados presentados es evidente que el ciclo reproductivo de la especie se halla sincronizado entre las diferentes poblaciones de tarariras de lagunas que se encuentran en latitudes similares. Sin embargo, al comparar con estudios realizados en latitudes inferiores, se ponen en evidencia algunas diferencias. Por ejemplo, en el sur de Brasil, según Barbieri et al. (1982) y Barbieri (1989), el periodo de desove es más corto y se extiende de septiembre a octubre, mientras que Caramaschi (1979) informa un inicio de actividad reproductiva en noviembre que se extiende a febrero. En el NE brasileño Marques et al. (2001) describen un periodo reproductivo extenso, con un principio de maduración de diciembre a marzo y un desove de abril a julio.

Si bien existe cierta divergencia sobre la etapa de comienzo de maduración y desove a lo largo del eje norte–sur de su distribución natural, se debe aclarar que los estudios realizados en Brasil y Colombia fueron sobre poblaciones establecidas en represas, cuyo régimen hidrológico puede también influir en la dinámica poblacional. De esta manera las comparaciones deben considerarse dentro de este contexto en el cual no solo la latitud explicaría las diferencias halladas en la biología reproductiva de la especie. No obstante, dado que en estos sitios los regímenes de lluvias, temperaturas y fotoperiodo son distintos a los de la pampásia, las diferencias en los límites temporales de estas etapas seguramente estén reguladas en buena medida por estos parámetros. Algunos autores como Paiva, (1972) y Bettancurt-Vasquez, (2004), para las poblaciones de tararira de Brasil, mencionan que existe una independencia reproductiva respecto al periodo de lluvias. Es posible también, que considerando las actualizaciones taxonómicas recientes (Rosso et al., 2018), estas variaciones se puedan deber a diferencias entre especies, ya que se sabe que existen al menos 15 entidades moleculares bien soportadas (4 de ellas ya son especies formalmente descritas) en el complejo *H. malabaricus* en todo Sudamérica.

En función de los resultados obtenidos puede decirse que la tararira es una especie que utiliza, una estrategia conocida como de tipo K para desarrollar su ciclo



vida. La misma está caracterizada entre otras cosas por cuidados parentales, el tamaño de los adultos es en general grande, huevos de diámetro relativamente grandes con mucha cantidad de vitelo y fecundidad baja. Si bien la fecundidad parcial obtenida en este trabajo es baja, con 11432 ovocitos, en relación a la mayoría de los peces, se considera normal para la especie si tenemos en cuenta los registros de fecundidad para la especie propuestos por otros autores (tabla 7.2.2.1) con un valor medio de 18000 ovocitos aproximadamente. Por otro lado, la especie presenta una estrategia reproductiva donde las puestas las realiza en forma parcial a lo largo del periodo reproductivo y el valor de F_p corresponderían al stock de huevos maduros próximos a la puesta. En este sentido, Araujo Lima y Bittencourt (2001) aseguran que la fecundidad anual o total debe estar condicionada al número de modas de diámetros de ovocitos registradas en el ovario al inicio del periodo reproductivo. Este patrón multimodal también se observa en los meses no reproductivos, identificando ovocitos en reposo con tamaños máximos promedio que rondan los 0,55 mm.

Esta característica de tener la capacidad de desovar durante los meses cálidos en más de una oportunidad y en sintonía con disparadores ambientales, indicadores de condiciones favorables, sumado al cuidado parental, conformarían los rasgos principales de la estrategia reproductiva de la especie.

Estas adaptaciones fisiológicas y etológicas, sería determinantes para la supervivencia y crecimiento de la prole (Silva, 1988 y Vazzoler, 1996). En este sentido el aumento de las precipitaciones durante el período reproductivo con el consecuente incremento en los niveles hidrométricos, le brindaría a la especie la posibilidad de contar con ambientes propicios para construir sus nidos en terrenos vegetados de escasa profundidad (Ramírez, 1963), y a los juveniles, refugio durante las primeras etapas de desarrollo.

El periodo reproductivo se caracterizó por presentar una temperatura media de 22,5 que coincidió con los meses estivales, un fotoperiodo superior a las 14 horas/luz, y precipitaciones que promediaron los 137 mm mensuales, lo cual coincide con lo enunciado por Matkovic, (1989). Resulta evidente que los cambios que experimentan estas variables ambientales funcionan como disparadores o



iniciadores de la actividad reproductiva de muchas especies en la pampásia. (Matkovic 1989, Colautti 1997, Rosso 2007 y Maiztegui 2016). No obstante, en la región pampeana tanto las precipitaciones como las temperaturas son ampliamente variables durante la ventana temporal en que puede ocurrir el evento reproductivo de la tararira, lo cual implicaría cambios sensibles en el éxito reproductivo de la especie en las diferentes temporadas. De hecho, esta cuestión podría explicar en parte el porqué de que en esta región se encuentre el límite de distribución austral del género *Hoplias*.



Capítulo 4

Análisis de edad, crecimiento, supervivencia y producción

4.1- Introducción

4.2- Materiales y métodos

4.2.1- Edad y crecimiento

4.2.2- Crecimiento en peso

4.2.3- Mortalidad, supervivencia y biomasa

4.2.4- Producción neta

4.3- Resultados

4.3.1- Edad y crecimiento

4.3.2- Crecimiento en peso

4.3.3- Mortalidad, supervivencia y biomasa

4.3.4- Producción neta

4.4- Discusión y conclusiones



4.1- Introducción

Conocer el crecimiento y la mortalidad resulta fundamental para comprender la dinámica poblacional de la abundancia específica de las poblaciones de peces. Estos parámetros son claves para comprender la historia de vida de las especies. La relación de los rasgos reproductivos con el tamaño corporal, hacen que el crecimiento se vuelva particularmente importante e interactivo con la reproducción. Es así como el crecimiento y la reproducción son procesos que se ajustan al ambiente. El entendimiento de estas vías y mecanismos se vuelven de importancia para entender las interacciones ecológicas y la dinámica poblacional y comunitaria de los peces.

Desde el enfoque pesquero, el crecimiento y mortalidad brindan información relevante, sobre la sostenibilidad y el manejo del recurso. El crecimiento, en los organismos implica un cambio en la longitud y el peso. La relación existente entre estas variables por lo común sigue un modelo potencial cuya pendiente puede diferir considerablemente entre especies, poblaciones de la misma especie, o incluso estacionalmente en los individuos de una misma población. Dado que el peso de un pez es muy sensible a las condiciones ecológicas, su relación con la longitud no es muy utilizada como indicador biométrico (Weatherley et al., 1979), pero como contraparte, puede resultar un excelente indicador biológico. Desafortunadamente los antecedentes sobre crecimiento de la tararira son escasos y los mismos han arrojado resultados muy variables para las poblaciones pampeanas (Domanico et al., 1993; Domanico, 1998; Grosman et al., 2004; Lozano et al., 2013; Ramírez, 1963). Asimismo, dichos estudios muestran importantes discrepancias de los realizados en otras poblaciones neotropicales (Lozano et al., 2013; Moraes y Barbola, 1995; Paiva, 1974; Tordecilla-Petro et al., 2005).

El objetivo del presente capítulo es analizar los patrones de crecimiento de la tararira en la laguna Yalca comparándolos con los resultados obtenidos por otros autores en otras lagunas pampeanas, como así también en otras áreas geográficas de América del Sur. Asimismo, esclarecer las adaptaciones particulares del ciclo de



vida y las características demográficas de la tararira que tienen suma importancia para el correcto manejo y gestión de la pesca.



4.2- Materiales y métodos

4.2.1- Edad y crecimiento

Para el análisis de edad y crecimiento se utilizaron los ejemplares de tarariras provenientes de la laguna Yalca. Los ejemplares seleccionados abarcaron todo el rango de tallas que presentó la población para esta laguna en las capturas.

De las muestras de escamas se seleccionaron 5 de ellas por ejemplar siguiendo los siguientes criterios de regularidad y similitud: simetría, forma y tamaño. Las escamas fueron sumergidas en solución enzimática durante 48 horas, luego se cepillaron, enjuagaron y se fijaron entre dos vidrios de 1,5 mm de espesor. Las escamas se leyeron usando un microscopio estereoscópico Nikon SMZ 800, con una cámara incorporada. Las mediciones se obtuvieron mediante el software Image-Pro Plus.

Para la identificación del anillo o radio se siguió el criterio propuesto por Ramírez (1963). El radio total (R_t) se midió desde el centro de la escama o foco hasta el punto más distante en el campo anterior de la escama y los sucesivos radios de crecimiento (R_n) se obtuvieron sobre este eje con una precisión de 0,001 mm (Figura 4.2.1). Para visualizar mejor las modas en el gráfico de distribución de frecuencias, los R_n obtenidos se agruparon en intervalos de 0,18 cm. Se analizó la distribución de frecuencias de los radios correspondientes al primer anillo con el fin de identificar la existencia de cohortes nacidas en diferentes momentos del año. En caso de verificarse esta situación, la base de datos fue dividida, utilizando como criterio la distancia del primer anillo al foco. Las distribuciones de frecuencias de anillos leídos para cada cohorte se descompusieron en sus componentes normales (Quinn y Deriso, 1999). La descomposición se realizó por sexos y las diferencias entre ellos se evaluaron mediante la prueba t comparando las medias de los R_n obtenidos.



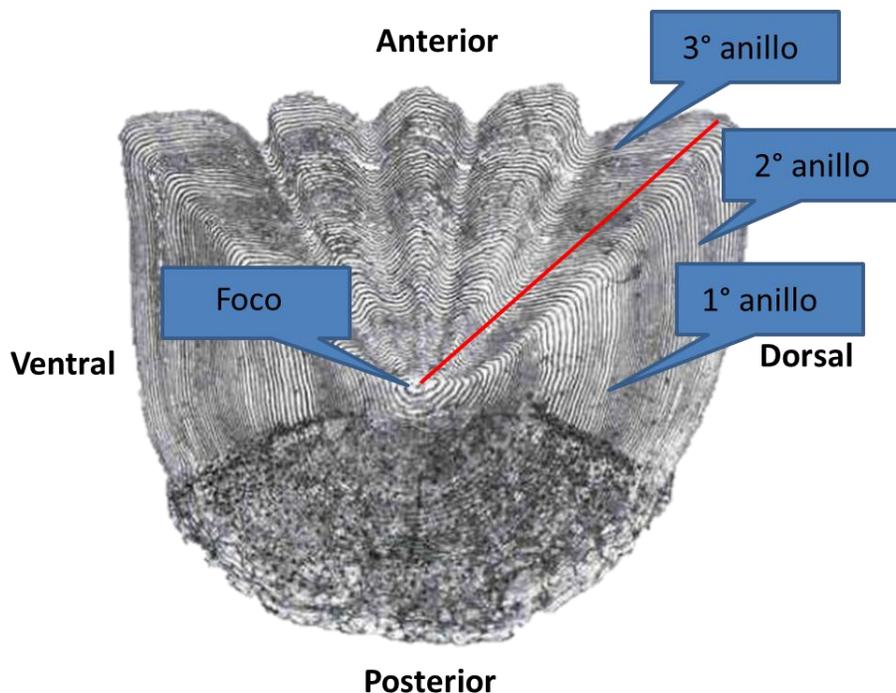


Figura. 4.2.1. Escama donde se destaca el foco y los anillos identificados como así también la línea recta por la cual se obtiene las distancias desde el foco a cada anillo.

El R_t promedio se calculó para cada individuo (R_t^*), y se ajustó un modelo de regresión lineal a la relación $L_t-R_t^*$ con el fin de obtener la ecuación de retrocálculo que estima las tallas medias de los peces para cada R_n .

Con el fin de validar la estimación de la edad se calculó el incremento marginal porcentual ($IM\%$) basándose en los individuos de la cohorte mejor representada, siguiendo la siguiente formula:

$$IM\% = \frac{(R_t - R_{n_{\max}}) \cdot 100}{R_t}$$

Dónde $R_{n_{\max}}$ es la longitud del radio del último anillo medido.

A los efectos de resolver matemáticamente el momento del marcado, se ajustó una función periódica mediante un modelo de Fourier de tercer orden al par de datos $IM\%$ -fecha, para obtener una descripción del proceso y momento de formación de anillos. La fecha media de la formación de anillos fue identificada



teniendo en cuenta el valor máximo de la segunda derivada del modelo. Las diferencias entre los valores estimados IM% en diferentes fechas fueron evaluados utilizando un test de ANOVA.

Con el fin de analizar la relación entre la dinámica del mercado de la escama con los cambios estacionales en el ambiente (HL, TA y PPP) y el IGSe de las hembras, se graficaron los valores promedios mensuales, durante un ciclo anual.

A los datos de talla a cada edad se le ajustó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, (1938) que se ajustó mediante el método de máxima verosimilitud (Haddon, 2001) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$L_t = L_\infty \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

Dónde:

L_t = Longitud total o longitud estándar de peces en t momento.

t = tiempo en años.

L_∞ = longitud total o estándar asintótica.

k = constante de crecimiento.

t_0 = tiempo hipotético en longitud cero.

Para comparar el crecimiento de la especie en la Yalca con otras lagunas de la región pampeana y con poblaciones del complejo de especies *Hoplias malabaricus* en cuencas fluviales de América del Sur, se transformaron, cuando fue necesario, las longitudes totales, a longitudes estándar por edad y se ajustó la curva de von Bertalanffy. Estas conversiones se realizaron utilizando una ecuación lineal obtenida a partir de los pares de datos L_{st} - L_t de tarariras capturadas en todas las lagunas pampeanas de este trabajo.

Luego, utilizando los parámetros de la curva de crecimiento ajustada, se calculó el índice de rendimiento de crecimiento (ϕ') mediante la siguiente fórmula (Pauly y Munro, 1984):

$$\phi' = \log(k) + 2\log(L_\infty)$$



4.2.2- Crecimiento en peso

Con el objeto de contar con una función que describiese el crecimiento en peso, para las estimaciones de producción, se transformó la ecuación de crecimiento en longitud promedio, en la correspondiente para el peso según la fórmula propuesta por Sendra y Freyre 1978:

$$P_t = a \cdot [Lst_{\infty} \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)})]^n = P_{\infty} \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)})^n$$

Donde:

P_t = peso al tiempo t

t= Tiempo en años

a= Ordenada al origen de la recta de la relación (log Lst-log P)

n= Pendiente de la recta de la relación (log Lst-log P)

t_0 = tiempo en el cual la tasa de crecimiento comienza a decrecer

k= Tasa instantánea de crecimiento cuando $t=t_0$

Lst_{∞} = Lst. Máxima.

p_{∞} = peso máximo.

4.2.3- Mortalidad, supervivencia y producción

Ricker, (1975) y Youngs y Robson (1978), definen a la supervivencia como la cantidad de peces vivos en una población al final de un lapso de tiempo en relación al número de individuos al comienzo de ese intervalo. Esta definición está referida a situaciones en las que las poblaciones son cerradas, con una mortalidad que no varía en el tiempo y afecta a todos los grupos de edades por igual, con reproducciones y reclutamientos anuales equivalentes y que son muestreadas sin sesgos. Si se cumplen estos supuestos, la dinámica del proceso puede plantearse mediante la siguiente ecuación diferencial:

$$dN/dt = -z.N$$

donde z es la tasa instantánea de mortalidad, N es el número de individuos, dN es la variación de N, dt intervalo de tiempo.



La forma integrada de esta ecuación es un modelo no lineal exponencial negativo que responde a la siguiente fórmula:

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

donde

N_0 = Número de individuos a la edad 0,

N_t = cantidad de individuos en determinado momento t

t = Es la edad de los individuos, (tiempo transcurrido desde el nacimiento).

Asumiendo las restricciones descritas y siguiendo estos razonamientos se estimó la tasa instantánea de mortalidad total y se trazó una curva de supervivencia ajustando a los datos el modelo referido mediante el método de mínimos cuadrados. El trabajo se efectuó utilizando datos del muestreo de julio del 2007 en el que, debido a la gran mortandad ocurrida, se muestreó un gran número de ejemplares que posibilitaba conocer con detalle la estructura de edades y tallas de la población hasta el momento antes del evento. Aunque la población, después de la mortandad sufrió cambios significativos en su estructura, la información recabada pudo ser aprovechada para reconstruir la dinámica poblacional de los últimos años. Esto se realizó asumiendo que los cambios experimentados por la población hasta la ocurrencia de la mortandad cumplieron con las restricciones planteadas para la aplicación de la metodología.

4.2.4- Producción neta

Producción neta se define como la cantidad total de tejido elaborado por una cohorte o población durante determinado intervalo de tiempo incluyendo a aquellos ejemplares que murieron durante dicho lapso. Para efectuar los cálculos que permitan estimar este parámetro, es necesario conocer el crecimiento y la mortalidad. Además, si se pretende estimar la producción total se hace necesario conocer la numerosidad de la población. En nuestro caso, como no se efectuaron cálculos de abundancia poblacional absoluta, los resultados se refieren al número total de ejemplares contados en la mortandad de julio de 2007.

La producción se calculó siguiendo el método de Allen, (Chapman, 1978) quien propuso una solución gráfica al problema de las estimaciones de producción.



En los diagramas de Allen se representa el número de sobrevivientes de la población que alcanzan sucesivos pesos medios distribuidos cada intervalos equivalentes de peso. La base teórica del método supone que la producción en una pequeña unidad de tiempo (dt), es aproximadamente igual a $Nt.dP$, donde Nt es el número de individuos en determinado tiempo (t) y dP es el crecimiento medio en peso de la población en el intervalo de tiempo. Si se suman los $Nt.dP$ para todos los incrementos dP se obtiene el área total bajo la curva (N vs P) y por consiguiente la producción. A fin de estimar este parámetro integrando los dW por el método de Simpson, se estableció un número impar de intervalos iguales de peso, abarcando el rango total en que se distribuyeron las capturas. Basándonos en la curva de crecimiento en peso se estimó el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta alcanzar estos pesos sucesivos. Se utilizaron los valores de número de individuos predichos por la curva de supervivencia a cada uno de los tiempos en que se estimó el peso de los individuos para completar el modelo.

El producto entre el número de individuos y los pesos respectivos a distintas edades permitió calcular la biomasa de una cohorte, a diferentes momentos según la cantidad de individuos contabilizados y medidos en julio de 2007. El valor 0 de la derivada primera de la función que describe dichos cambios, se utilizó para definir el punto en que la cohorte alcanza la máxima biomasa (punto crítico).



4.3- Resultados

4.3.1- Edad y crecimiento

Se observa que la mayor parte de los individuos presentan hasta 2 anillos en sus escamas. La descomposición de la distribución polimodal correspondiente a la frecuencia de radios permitió reconocer un primer anillo con una distribución bimodal y por ello se procedió a tratar los datos separándolos en dos grupos independientes conforme la distancia del foco al primer anillo. Como resultado se obtuvo un grupo que contiene peces con primer anillo más cerca del foco de la escama (cohorte 1) y otro grupo que contiene peces con primer anillo lejos del núcleo de la escama (cohorte 2).

La descomposición de la polimodal correspondiente a distribución de frecuencias de radios de cada grupo, permitió detectar hasta cinco componentes normales en cada uno (Figura 4.3.1.1).



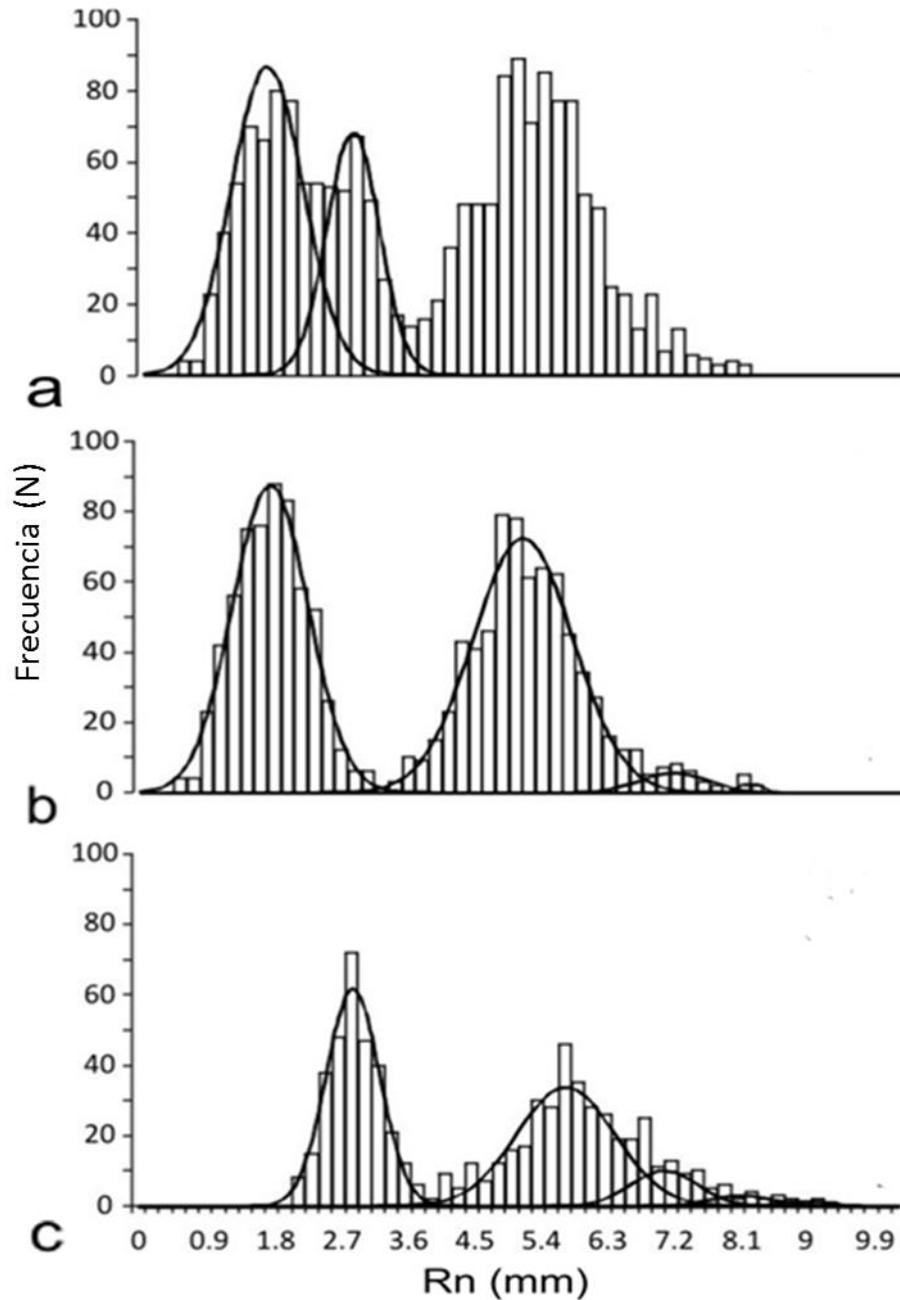


Figura. 4.3.1.1.a- Frecuencias de distribución completa de los radios de las escamas (R_n) y descomposición de los primeros anillos con el fin de discriminar entre los peces de la cohorte 1 y 2 y b- y c. La descomposición multimodal de frecuencia de distribución de los anillos obtenidos de la Cohorte 1 y 2 respectivamente.

El número de curvas obtenidas luego de la descomposición coincidió con el número máximo de marcas de crecimiento observadas en las escamas. Ninguna de



las cohortes mostró diferencias significativas entre los Rn de hembras y machos lo que indica que ambos sexos tienen un crecimiento similar y dando por lo tanto la posibilidad de poder agrupar los datos y analizarlos en conjunto.

La media y el desvío estándar de cada curva normal se transformaron en valores Lt utilizando el siguiente modelo lineal ajustado por mínimos cuadrados para el par de datos Lt-Rt*:

$$Lt = 54.014 \cdot Rt^* + 47.12 \quad r^2 = 0.7439 \quad p < 0.001 \quad N = 190$$

Las longitudes retrocalculadas utilizando la ecuación referida se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.3.1.1. Longitud media total (Lt) y estándar (Lst) retrocalculadas en el momento de la formación del anillo, sus respectivos desvíos estándar (DE) y el número de unidades que integran cada edad para cada cohorte.

Edad de Cohorte1	Lt media (mm)	DE (mm)	Lst media (mm)	DE (mm)	N
0.49	47.12		29.91		
1	141.10	74.66	112.16	54.01	620
2	324.52	83.31	272.68	61.58	675
3	433.83	71.97	368.35	51.66	38
4	489.7	54.03	417.30	35.96	5

Edad de Cohorte 2	Lt media (mm)	DE (mm)	Lst media (mm)	DE (mm)	N
0.078	47.12		29.91		
1	203.47	66.49	166.75	46.86	308
2	358.74	82.86	302.63	61.19	310
3	430.50	71.18	365.43	50.97	62
4	486.50	69.88	414.44	49.83	17
5	533.21	67.59	455.32	47.82	7



El análisis de incremento marginal mostró un patrón de crecimiento estacional definido por un incremento rápido del borde de la escama durante el periodo estival, cesando su crecimiento al final del verano con la caída de los valores promedios de HL, TA, por otro lado, las precipitaciones parecieran no tener una relación directa con los valores medios de IM% a partir de los picos de lluvia registrados en primavera, ya que no generaron cambios en este índice. De acuerdo al IM%, el crecimiento disminuyó durante el otoño, llegando a principios de junio con los valores más bajos según la segunda derivada, coincidiendo con la formación del anillo, seguido de un incremento casi nulo hasta el comienzo del verano (Figura 4.3.1.2). Esta tendencia indica que esta especie presenta un muy corto período de crecimiento que parece estar fuertemente influenciado por la reproducción, según lo muestra el IGSe. Ya que luego del desove, la caída del IGSe coincidió con el aumento del índice de incremento marginal, entre enero y marzo.



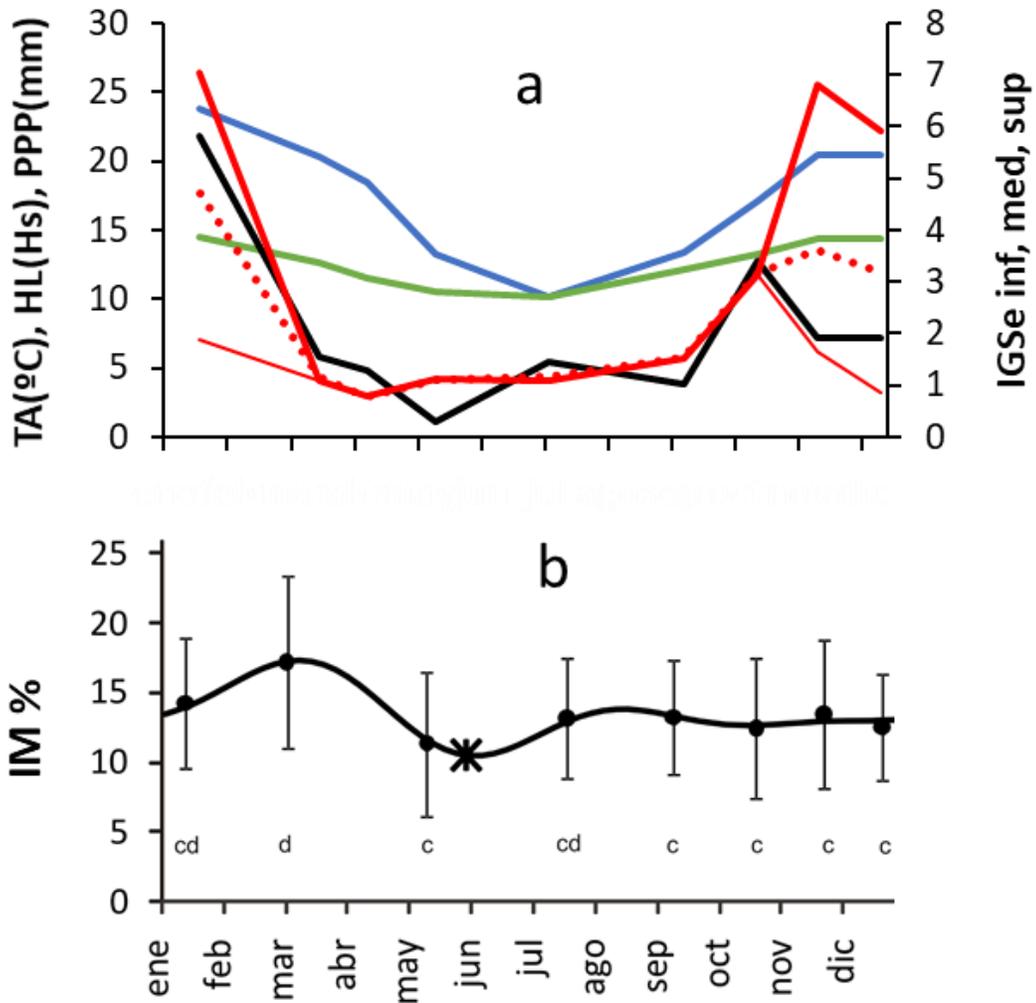


Figura. 4.3.1.2 (a) Valores promedios mensuales de los parámetros ambientales y el IGSe durante un ciclo anual Ref.: PPP, línea negra; HL, línea verde; T°, línea azul; IGSe inf, línea roja fina; IGSe med, línea roja punteada y IGSe sup, línea roja gruesa. (b) Modelo del Índice de incremento marginal porcentual (IM%), El asterisco indica la fecha de formación del anillo. Las letras indican los valores con diferencias significativas ($p < 0.05$).

Teniendo en cuenta que los anillos de crecimiento en las escamas son anuales, se ajustó la curva de von Bertalanffy para cada una de las cohortes, las cuales se representan en la figura 4.3.1.3. En la tabla 4.3.1.2 se detallan los parámetros de la curva obtenidos.

Tabla 4.3.1.2. Parámetros de la curva de von Bertalanffy calculado para la media de Lt y Lst para cada cohorte.

	Longitud	Parámetros		
		L_{∞} (mm)	t_0 (años)	k
Cohorte 1	Lst	534,6	0,38	0,43
	Lt	623	0,33	0,43
Cohorte 2	Lst	438	0,38	0,73
	Lt	514	0,34	0,73

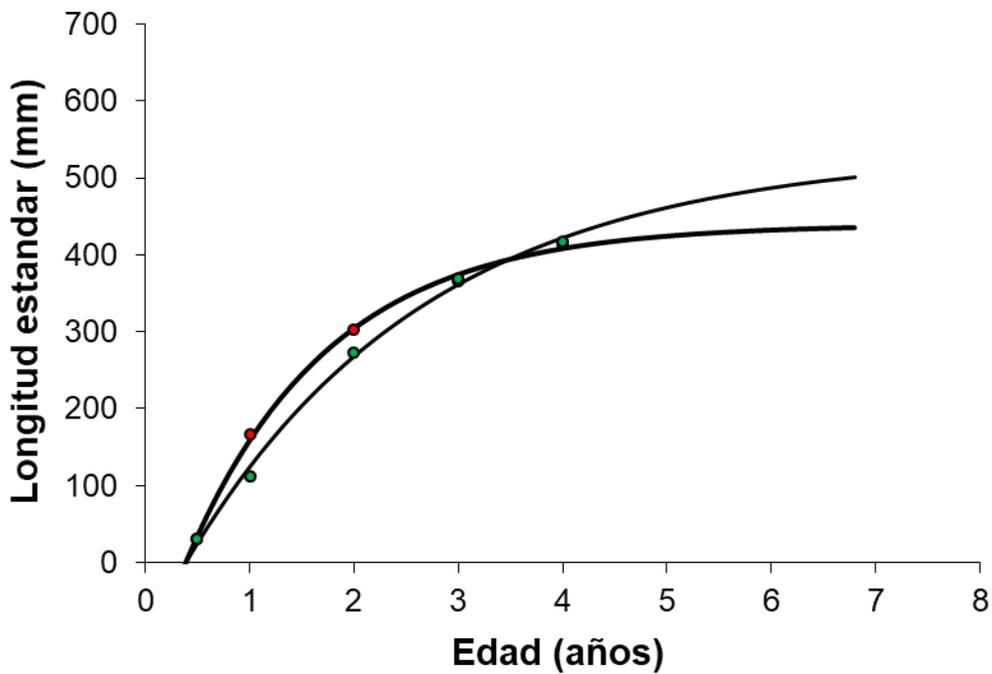


Figura. 4.3.1.3. Curvas de crecimiento de Von Bertalanffy de la tararira. Cohorte 1., círculos verdes y Cohorte 2, círculos rojos.

Se describen las ecuaciones lineales para conversiones de Lt a Lst y Lst a Lt obtenidas a partir de 804 pares de datos:

$$Lst = 0.863 \cdot Lt - 6.950$$

$$Lt = 1.152 \cdot Lst + 10.173$$

$$r^2 = 0.99$$



En la tabla 4.3.1.3 se muestran los parámetros de las curvas de von Bertalanffy obtenidas en este trabajo junto a las documentadas por otros autores para *Hoplias argentinensis* en cuatro lagunas pampeanas (Monte, Lobos, Chascomús e Indio Muerto), y para poblaciones del complejo de especies *Hoplias malabaricus* en Ciénaga Grande de Lorica (Colombia) y del embalse de Amanari, Maranguape Estado de Ceara- (Brasil), y se grafican en la figura 4.3.1.5. Como se observa la curva de crecimiento en la laguna Yalca es similar a las obtenidas para las poblaciones de Chascomús e Indio Muerto y difieren de las de Monte y Lobos y de otras poblaciones ubicadas en Sudamérica.

Tabla 4.3.1.3. Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy estimados para la laguna Yalca y para diferentes poblaciones del complejo de especies de *Hoplias malabaricus*. LT_{∞} : longitud total asintótica; K: tasa de crecimiento; t_0 : edad teórica con longitud cero; ϕ' : índice de rendimiento del crecimiento.

Lugar	LT_{∞} (mm)	K	t_0	ϕ'	Referencia
Yalca, Cohorte 1	623,60	0,43	0,34	5,2	Tesis
Yalca, Cohorte 2	514,51	0,73	0,35	5,1	Tesis
Chascomús	536,75	0,37	0,02	5	Ramirez, 1963
Indio Muerto	564,38	0,51	0,03	5,2	Grosman <i>et al.</i> , 2004
Monte	817,59	0,08	-0,76	4,7	Domanico, 1998
Lobos	792,06	0,07	-1,02	4,6	Domanico <i>et al.</i> , 1993
Cienaga Grande de Lorica	481	0,29	-0,5	4,8	Tordecilla-Petro <i>et al.</i> , 2005
Reserva Amanari, Maranguape. Hembras	388,01	0,26	-1,29	4,6	Paiva, 1974
Reserva Amanari, Maranguape. Machos	452,34	0,19	-1,68	4,6	Paiva, 1974
Reserva de Monjolinho	405	0,24	0,1	4,6	Barbieri, 1989



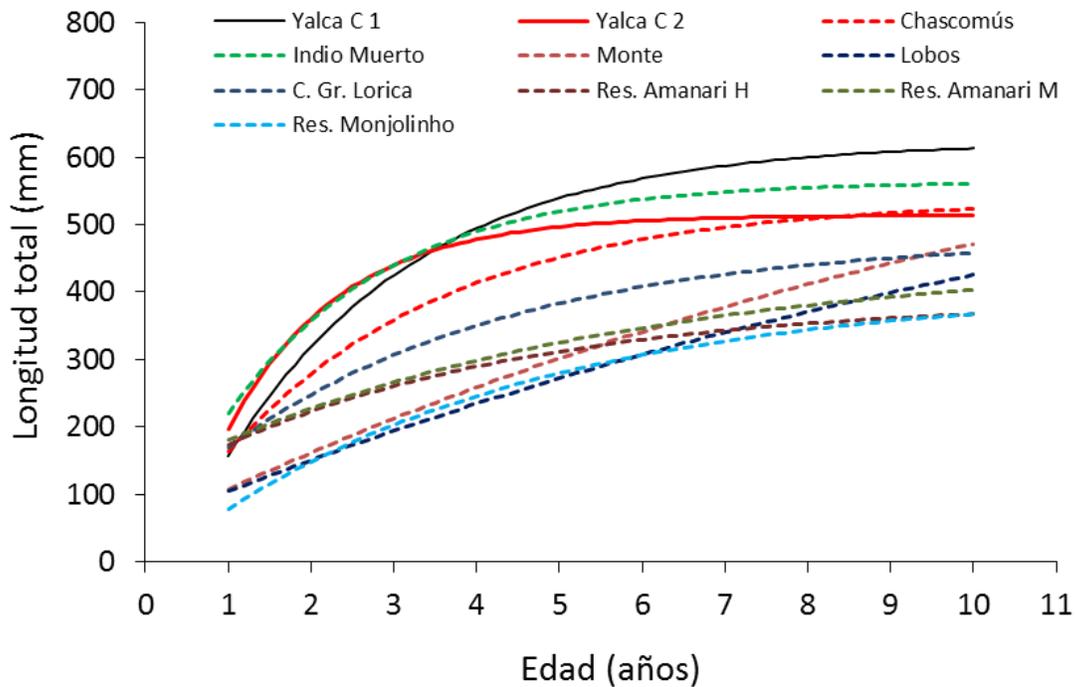


Figura. 4.3.1.5. Curvas de crecimiento de Von Bertalanffy de poblaciones de tararira del complejo de especies de *Hoplias malabaricus* obtenido de trabajos realizados en América del Sur (ver tabla 5.3.1.3 para obtener información de los autores): Yalca cohorte de verano 1, Yalca C1; Yalca cohorte de primavera 2, Yalca C2; Chascomús; Indio Muerto; Monte; Lobos; Ciénaga Grande de Lorica, C. Gr. Lorica; Reserva Amanari Maranguepe hembras, Res. Amanari H; Reserva Amanari Maranguepe machos, Res. Amanari M.

4.3.2- Crecimiento en peso

El tratamiento estadístico aplicado a los pares de datos Pt-Lst (Anderson, Gutreuter, 1985) para 162 machos y 246 hembras de tararira de la laguna Yalca, reveló que no existen diferencias significativas entre las pendientes de ambas curvas (tabla 4.3.2.1). Por tal motivo, para las transformaciones se utilizó una única curva que se muestra en la figura 4.3.2.1.



Tabla 4.3.2.1. Parámetros de la curva de la relación Peso-Longitud estándar de tarariras de la laguna Yalca. (a) ordenada al origen, (b) pendiente, (R^2) coeficiente de determinación, (EE) error estándar, (DE) desvío estándar, (gl) grados de libertad, (F) test de Fischer, (T) test de Student y (P) probabilidad.

	a	b	R^2	EE	DE	gl	F	T	P
Hembras	0,00003	2,934	0,953	0,041	0,649	244	3,866	0,208	0,05
Machos	0,000005	3,233	0,865	0,1	1,277	160			

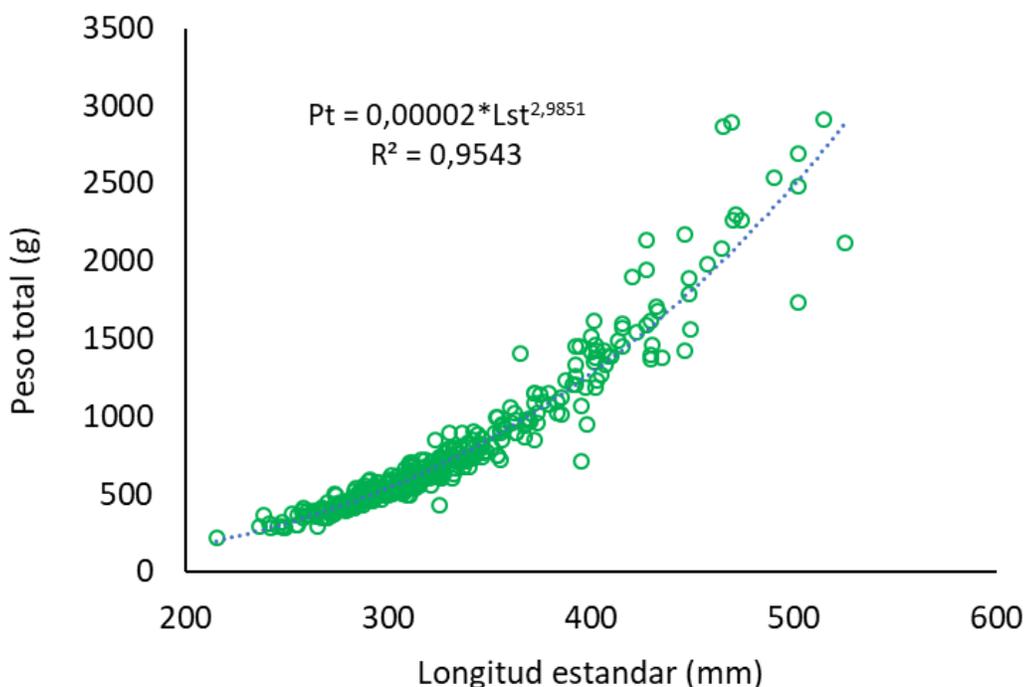


Figura. 4.3.2.1. Curva de la relación Pt-Lst de *H. argentinensis* de la laguna Yalca

En la figura 4.3.2.2 se observa la curva de crecimiento promedio (ambas cohortes) en peso de la tararira, obtenida a partir de la relación Pt-Lst. a cada edad en la laguna Yalca.



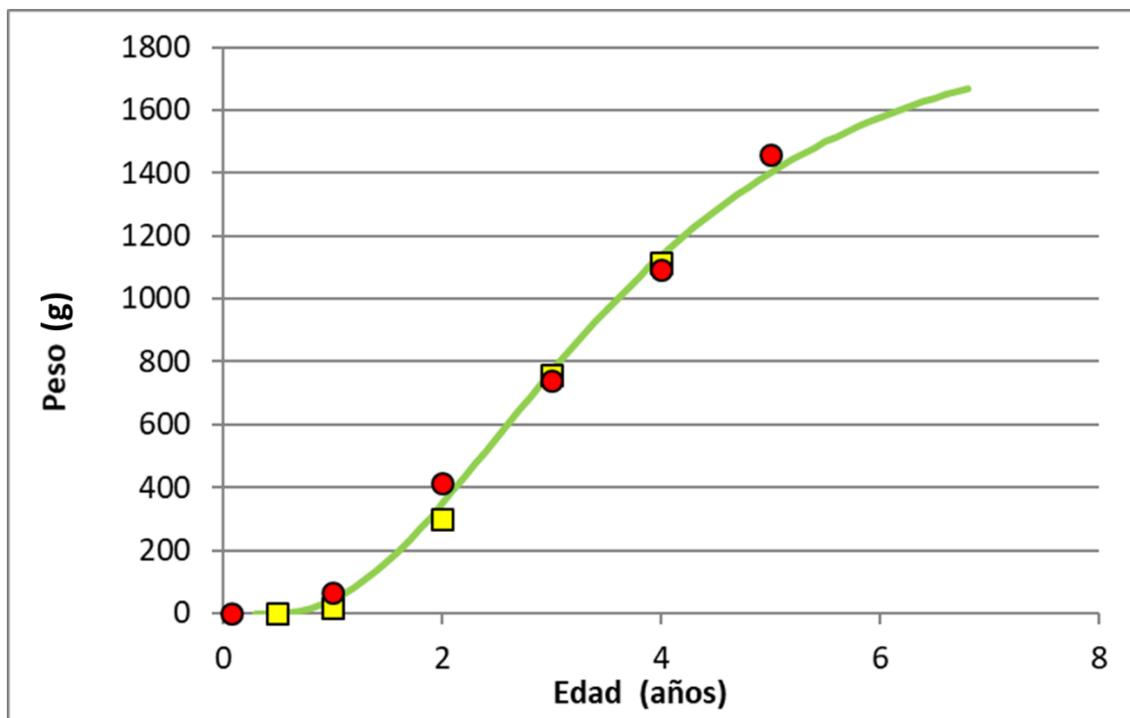


Figura. 4.3.2.2. Curva de crecimiento promedio en peso de la tararira de la laguna Yalca (línea continua verde), Se detallan los valores medios anuales de la cohorte 1 (cuadrados amarillos) y cohorte 2 (círculos rojos).

4.3.3- Mortalidad, supervivencia y producción

Considerando que las dos cohortes de cada año se generan en momentos diferentes pero cercanos en el tiempo, y que debido a la variación individual las tallas de ambas se encuentran estrechamente solapadas en la estructura de la población, se le asignó una edad única a cada moda de la descomposición, asumiendo que contenía a las dos cohortes de cada año. Por esta razón en los cálculos que se explican a continuación para estimar producción, que requieren del uso de los parámetros de crecimiento, se optó por aplicar el promedio de los correspondientes a las curvas ajustadas a cada cohorte. La descomposición de la distribución de frecuencia de tallas pudo reconocer 5 modas. Cada una de ellas se consideró como la correspondiente a los individuos nacidos en años sucesivos y el área bajo cada curva el número de individuos sobrevivientes a cada edad (Figura 4.3.3.1).



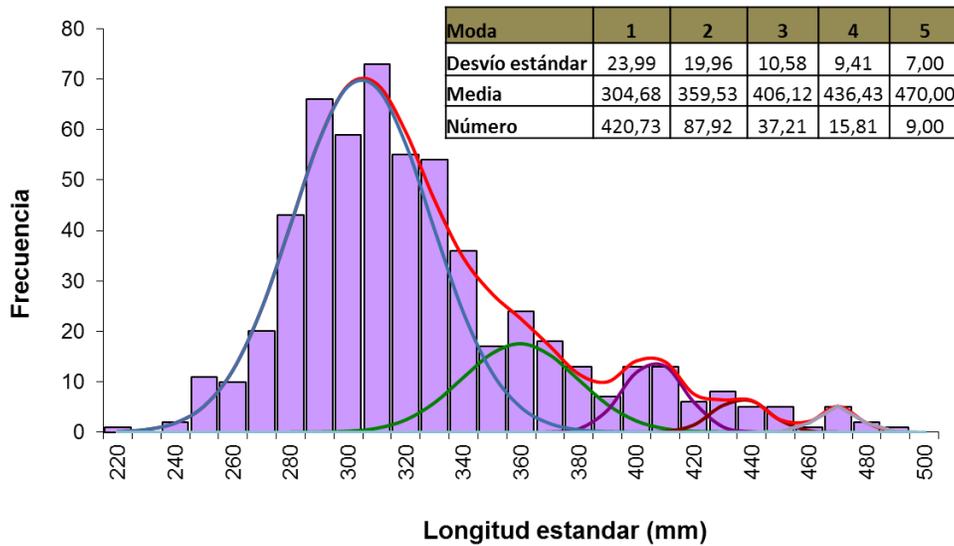


Figura. 4.3.3.1. Distribución de frecuencias de tallas de los ejemplares capturados en julio de 2007 y resultado de la descomposición de la curva polimodal indicando en la tabla asociada, los parámetros de sus componentes unimodales. $R^2=0.969$.

Con los datos referidos se procedió al ajuste a la curva de supervivencia obteniéndose la siguiente ecuación:

$$N_t = 5072,946921e^{-1,466t}$$

La curva ajustada se muestra junto a los datos de abundancia por edad registrados en la figura 4.3.3.2.

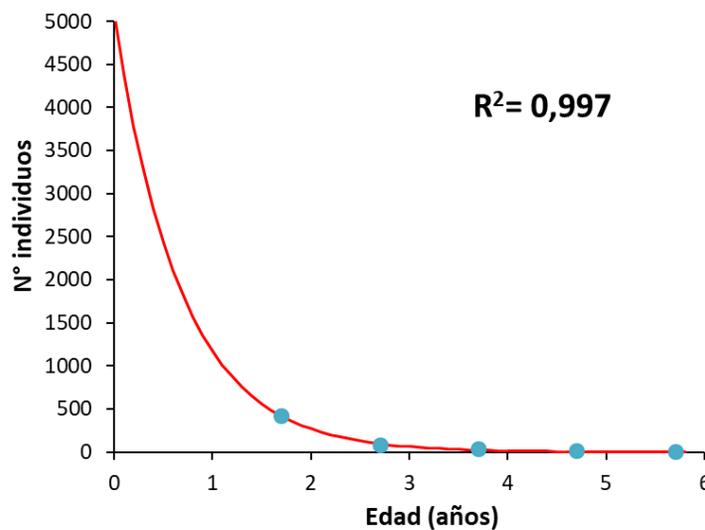


Figura. 4.3.3.2. Curva de supervivencia ajustada a los datos de abundancia por edad en la laguna Yalca, junto a los respectivos datos observados.



4.3.4- Producción neta

A partir de los parámetros de crecimiento y mortalidad y el número total de ejemplares capturados en el muestreo de julio de 2007 se obtuvo la producción neta, En la tabla 4.3.4.1, se integran los valores utilizados para obtener la curva de Allen (Figura 4.3.4.1.)

Tabla 4.3.4.1. Pesos y longitud estándar medias, número de ejemplares que llegan a dichos pesos y biomasa (gr), que representan los individuos en la población a las diferentes edades consideradas.

LE (mm)	Peso (gramos)	Edad (años)	Nºde ind.	Biomasa
0	0	0,3	3104,3	0,0
133	50	0,9	1324,7	66236,5
166	100	1,1	1001,6	100164,1
190	150	1,3	806,6	120989,4
208	200	1,4	669,1	133824,3
224	250	1,5	564,9	141214,3
238	300	1,6	482,3	144686,2
250	350	1,7	415,0	145252,3
261	400	1,8	359,1	143627,8
271	450	1,9	311,9	140340,5
281	500	2,0	271,6	135792,5
290	550	2,1	236,9	130297,4
298	600	2,2	206,8	124104,5
306	650	2,3	180,6	117414,7
313	700	2,4	157,7	110391,9
321	750	2,5	137,6	103170,6
327	800	2,6	119,8	95862,0
334	850	2,7	104,2	88558,7
340	900	2,7	90,4	81337,5
346	950	2,8	78,2	74262,5
352	1000	2,9	67,4	67386,9
358	1050	3,1	57,9	60754,9
363	1100	3,2	49,5	54402,6
368	1150	3,3	42,1	48359,4
374	1200	3,4	35,5	42648,9
379	1250	3,5	29,8	37289,3
383	1300	3,6	24,8	32294,5
388	1350	3,8	20,5	27673,9
393	1400	3,9	16,7	23433,4
397	1450	4,0	13,5	19575,4
402	1500	4,2	10,7	16099,4
406	1550	4,4	8,4	13001,6
410	1600	4,6	6,4	10275,6
414	1650	4,8	4,8	7912,4
418	1700	5,0	3,5	5900,2
422	1750	5,2	2,4	4224,4
426	1800	5,5	1,6	2868,0
430	1850	5,8	1,0	1810,5



El fundamento de la curva de Allen considera que la superficie total del área bajo la curva equivale a la producción anual promedio de la población de tarariras.

En la Yalca la producción anual resultó de 2674 kg utilizando 37 ordenadas equidistantes de 50 g partiendo de un total de 3104 individuos.

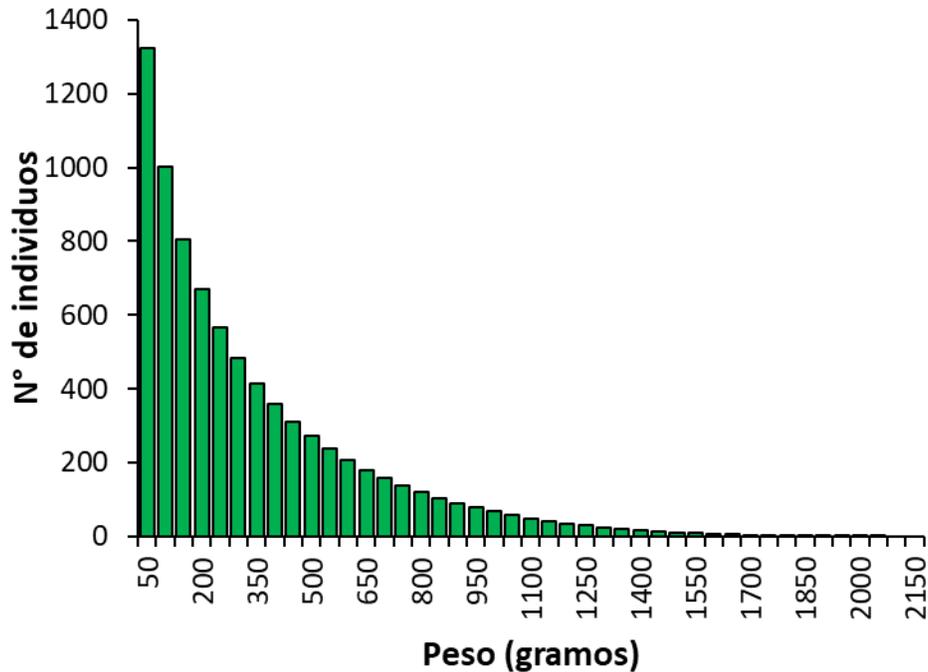


Figura.4.3.4.1. Curva de Allen que representa la producción neta de la población.

En la figura 4.3.4.2., se muestra la curva que describe la cantidad de biomasa que presenta la población de tarariras en la laguna Yalca a diferentes edades. La máxima biomasa se obtiene cuando la derivada primera de la ecuación ($N_t \times P_t$) asumió el valor 0. En este punto las tarariras llegan a 1,68 años de edad con una biomasa de 145 kg compuesta por 432 individuos de 336g.



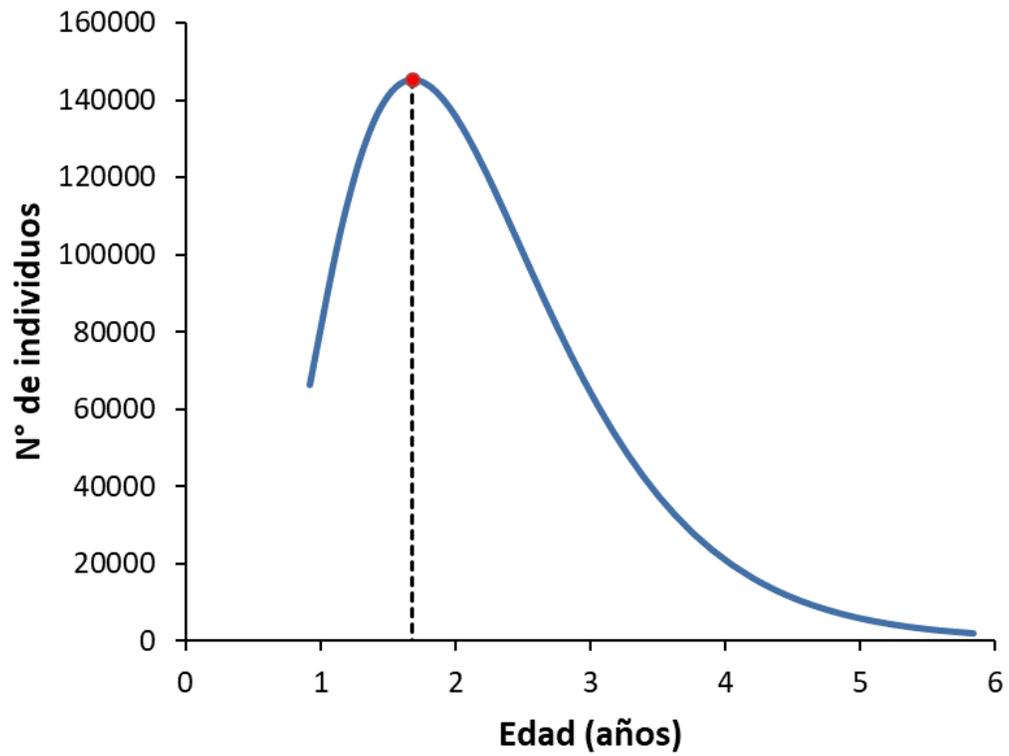


Figura.4.3.4.2. Curva de variación de la biomasa con la edad en una población de tarariras en la laguna Yalca. El círculo rojo señala el punto crítico, en el cual la cohorte alcanza la máxima biomasa.



4.4- Discusión y conclusiones

La estructura de edad de la población tararira en la laguna Yalca se caracterizó por la baja frecuencia de individuos mayores a tres años de edad. El análisis de crecimiento de la tararira que habita en las lagunas pampeanas, exhibe características diferentes a los documentados en otros cuerpos de agua neotropicales. Además, la especie evidenció un corto pero rápido periodo de crecimiento como se demostró mediante análisis de incremento marginal. El crecimiento exhibió un patrón estacional bien definido, donde la máxima tasa de crecimiento tiene lugar durante los meses de calor y casi no se observó crecimiento durante aquellos meses donde la temperatura disminuyó por debajo de 15 °C. Se identificaron dos cohortes anuales, que se originarían como picos en el largo período reproductivo (Ver capítulo 3), que poseen la especies que incluyen varios pulsos de desove que se suceden en un lapso de hasta tres meses (Bialetzki et al., 2002; Paiva, 1974; Rosso, 2007). Por otro lado, se observaron algunas diferencias, en el crecimiento del primer año entre las cohortes anuales. El periodo de crecimiento para la cohorte 1 (primavera) se extendió hasta 6 meses, mientras que la cohorte de verano solo tuvo 3 meses para crecer antes de comenzar el descenso de la temperatura hacia el otoño. Este retraso de tiempo en el desove es, sin embargo, lo suficientemente fuerte como para dividir la clase anual en dos cohortes como fue interpretado por el análisis de frecuencia del primer radio. En nuestro estudio el número máximo de anillos observados igualó el número de componentes unimodales en la frecuencia de distribución de anillos de crecimiento, validando de esta forma el uso de la metodología implementada de la distancia del foco a cada anillo en la determinación de la edad. Sin embargo, los parámetros de crecimiento obtenidos para la laguna Yalca difieren fuertemente con los de Domanico et al. (1993) y Domanico (1998) en las lagunas de Lobos y Monte localizadas también en la cuenca del río Salado. Tales desacuerdos se pueden atribuir a una interpretación diferente de la edad, ya que los estudios anteriores no consideraron la existencia de más de una cohorte anual. No obstante, una característica notable y frecuente fue la baja longevidad de los individuos que constituían las poblaciones. Esto fue documentado también por otros estudios de crecimiento de tararira, como los



realizados en Indio Muerto (Grosman et al., 2004) y la laguna de Chascomús (Ramírez, 1963). De acuerdo con el parámetro de crecimiento k , la longevidad máxima esperada para la población de Yalca debería ser de 7 años de edad. Aplicando la ecuación de Hoenig (1983), que estima la tasa instantánea de mortalidad natural: $\ln(Z) = 1,44 - 0,982 \cdot \ln(T_{max})$, donde $Z \approx M$, y T_{max} = *longevidad observada en años* se predijo una tasa de mortalidad (M) de 0,6 que podría alcanzar hasta 0,85 si sólo se considera una edad máxima de 5 años. Similares a las halladas por Tordecilla-Petro et al. (2005) y Costa y Carvalho (2011) con el modelo empírico de Pauly (1980) con valores de $M= 0,71$ y $0,7$ y longevidad máxima de 9,3 y 7 respectivamente. Considerando la tasa de mortalidad natural estimada y la longevidad observada en la población de Yalca, dichos parámetros pueden ser considerados de alto y bajo respectivamente, para un depredador tope (Pauly y Froese, 2001). No obstante, resultados similares podrían obtenerse utilizando los parámetros obtenidos por Grosman et al. (2004) y Ramírez (1963). Por otro lado, el valor de mortalidad obtenido en este trabajo, puede considerarse muy elevado, pero en función de las observaciones documentadas en la bibliografía y otros aspectos de la biología de la especie en las lagunas pampeanas, es factible que este parámetro presente grandes oscilaciones en función de las variaciones climáticas e hidrológicas particulares de cada ciclo anual o hidroperíodo. La sensibilidad de este parámetro demográfico de la especie a estas variables ambientales es la que además determinaría en gran medida que la pampásia represente su límite de distribución meridional. Por esta razón es muy factible que la alta tasa de mortalidad registrada responda al hecho de que el estudio pudo haber sido realizado durante un período desfavorable para la especie. Siguiendo esta línea de pensamiento, sería esperable que durante otros períodos plurianuales con aguas altas e inviernos no tan fríos la tasa de mortalidad disminuya notablemente propiciando el incremento de la densidad poblacional de la tararira. Esta situación implicaría la violación de las asunciones del modelo de supervivencia implementado por lo cual el mismo, tendría una validez limitada y/o de carácter orientativo. En este sentido y considerando la sensibilidad de la especie a la inestabilidad ambiental, no puede dejarse de lado la condición de que el modelo ajustado deriva del análisis de



todas las cohortes que estaban presentes en la población al momento de la mortandad y cuyas diferencias en número se forjaron en distintos momentos durante períodos de tiempo diferentes. Así y todo, los datos utilizados corresponderían a un ciclo de alrededor de 5 años de relativa estabilidad para la especie.

Al comparar el crecimiento de la tararira en las lagunas pampásicas, con los patrones de crecimiento de la tararira en latitudes más bajas, como en Colombia (9°14'N) y Brasil (3°54'S) se observan claras diferencias en el coeficiente k y las longitudes asintóticas. La explicación a estas observaciones podría ser que las poblaciones de tarariras que habitan las lagunas pampeanas han desarrollado una fuerte respuesta adaptativa, fisiológica y demográfica a la alta variabilidad de la temperatura. Según Petry et al. (2007), la temperatura óptima para el crecimiento en masa de *H. malabaricus* es de 21,4 °C. Sin embargo, hasta una temperatura máxima de 30°C hay consumo de presas, mientras que entre los 14 y 18°C el crecimiento puede disminuir. Las lagunas someras de la cuenca baja del río Salado están expuestas a las variaciones térmicas estacionales que oscilan entre 16 y 26 °C alrededor de 220 días en un año y se ubican por debajo de los 16 °C, el resto de los días. Esta es una diferencia notable con aguas tropicales donde las especies viven expuestas a 28 °C casi constantemente (Miretzky, 2001; Tordecilla-Petro, 2005). Esta situación establece fuertes diferencias entre el funcionamiento metabólico de la tararira en ambas regiones (Parma de Croux, 1983). En este sentido, en la cuenca baja del río Salado, la estacionalidad térmica determina que las temperaturas oscilan ± 5 °C en torno a la temperatura óptima para el crecimiento en masa el 60% del año. Los días restantes, las bajas temperaturas inducen la hibernación y por consiguiente la reducción de los costes metabólicos y cambios en biomasa. La fisiología estacional de la especie fue corroborada por el análisis de índices biológicos que mostró la asignación de energía diferencial dependiendo el momento del año (Figura 3.2.2.1.1). Ciertamente, durante la estación más fría cuando las temperaturas caen por debajo de los 14 °C, el consumo de presas se torna nulo y el ayuno puede durar más de 90 días. Este intervalo de tiempo de ayuno no genera modificaciones en las funciones metabólicas, debido a que las especies pueden tolerar períodos de inanición más largos usando sus propias reservas (Ríos



et al., 2002). Por otro lado, en las regiones tropicales, donde todo el año la temperatura se mantiene por encima del valor máximo de conversión alimentaria, se generan altas tasas metabólicas y un consumo de presas permanente (Petry, 2010). Esta situación podría producir menos eficiencia en el crecimiento que la registrada en las poblaciones de tarariras de la región pampeana. La influencia estacional de la temperatura en la laguna Yalca, también puede ser observada por el patrón de crecimiento estacional. Como se muestra en el análisis del incremento marginal (Figura 4.3.1.2.), la tararira exhibió un período de crecimiento muy estrecho pero rápido durante el final del verano y comienza a madurar sólo después de que mejoran las condiciones térmicas. La distribución de energía en primera instancia estaría destinada al proceso reproductivo posterior al periodo de hibernación y luego al crecimiento, esto podría ser concebido como una estrategia de vida de adaptación para hacer frente a la fuerte variabilidad ambiental. A diferencia de otras especies lacustres pampeanas como *O. bonariensis* que se reproducen principalmente durante el comienzo de la primavera (Freyre et al., 2009), el desove en la tararira se produce durante el final de la primavera y principios de verano. Esta estrategia de vida podría beneficiar el desarrollo de larvas y juveniles de tararira que podrían aprovechar la disponibilidad y abundancia de presas durante el periodo de crecimiento. Se considera que a pesar que las lagunas pampeanas presentan fuertes variaciones ambientales, las poblaciones de tararira están bien adaptadas para soportar los bajos niveles de oxígeno disuelto y el ayuno por un periodo prolongado (Bialecki et al., 2002; Ríos et al., 2002), no obstante, son muy sensibles a valores bajos de temperatura. Los inviernos, en estas latitudes, pueden ser muy fuertes y la temperatura puede descender y mantenerse durante varios días por debajo de los 5 °C provocando mortandades masivas de esta y otras especies ícticas, como sucedió durante el invierno del 2007 (Colautti et al., 1998; Colautti et al., 2015; Freyre, 1967; Gómez, 1996;). De hecho, las bajas temperaturas se han considerado como el factor más importante para determinar el límite sur de la distribución de los peces neotropicales (Colautti et al., 2015; Cussac et al., 2009; Gómez, 1996; López et al., 2008; Menni, 2004).



Además de las restricciones térmicas, la presión pesquera probablemente contribuye a reducir los individuos de mayor porte (Grosman et al., 2004; López et al., 2001), sumando de esta forma, una fuerza de control adicional para la regulación de la estructura poblacional y la densidad de la tararira en las lagunas de la región pampeana. La acción combinada de ambos factores podría dar forma a la estructura por edad de la población, identificando poblaciones desequilibradas y de corta edad como se encontraron en las lagunas Chascomús (Ramírez, 1963) e Indio Muerto (Grosman et al., 2004). También podrían explicar el agotamiento recurrente de las poblaciones que ha sido señalada por los pescadores y los administradores como consecuencia del impacto de las pesquerías comerciales ilegales sin considerar la fuerte influencia que ejerce el ambiente sobre la especie en la región. De hecho, la alta inestabilidad de la tasa de mortalidad debido a la influencia de las condiciones ambientales no permite elaborar modelos predictivos que permitan estimar tasas o cupos de extracción. En este sentido solo basta mencionar que el cambio de biomasa en el tiempo y el punto crítico de la población, son altamente sensibles a la tasa de mortalidad, que, en el caso de la tararira, como se mencionó reiteradas veces, en el área de estudio es sumamente variable.



Capítulo 5

Alimentación

5.1- Introducción

5.2- Materiales y métodos

5.2.1- Hábitos alimentarios

5.2.2- Análisis de la composición trófica

5.3- Resultados

5.3.1- Hábitos alimentarios

5.3.2- Análisis de la composición trófica

5.4- Discusión y conclusiones



5.1- Introducción

La alimentación es una de las funciones más importantes en un organismo ya que el crecimiento, desarrollo y reproducción se llevan a cabo a expensas de la energía que entra en el cuerpo en forma de nutrientes (Wootton, 1999). Esta energía se distribuye dentro del organismo, dependiendo de las necesidades y el momento del ciclo de vida, destinándose principalmente hacia el metabolismo basal, el funcionamiento general, la reproducción y el crecimiento somático (Jaramillo Londoño, 2009). La forma en que los peces obtienen los nutrientes está asociada con sus hábitos alimenticios, los cuales dependen de la biología particular de la especie y, en buena medida, de los recursos disponibles en el ambiente. En este sentido, los regímenes o estrategias alimenticias de los peces se clasifican dependiendo de si exhiben un rango trófico acotado o amplio, identificándose organismos especialistas-generalistas. Sin embargo, es importante destacar que en algunos casos los peces pueden presentar un régimen especialista durante una estación del año, mientras que, durante otra, al variar la disponibilidad de un recurso, pueden modificar sus hábitos a generalistas (Jaramillo Londoño, 2009).

Los estudios de la dieta de los peces deben estar enfocados en responder preguntas esenciales como de qué, cuándo, dónde y cuánto se alimentan (Wootton, 1999). La información que brinda el análisis de la dieta de los peces es un aspecto biológico esencial para comprender de qué manera los organismos interactúan con el resto de los componentes bióticos y abióticos del ambiente que los rodea, lo cual es crucial para entender el rol ecológico que juegan dentro del ecosistema. El reconocimiento de los componentes dietarios de una especie y la importancia relativa de cada uno de ellos en la dieta permite identificar el origen de los recursos alimentarios que la sustentan (Windel & Bowen, 1978).

El conocimiento de la dieta y las estrategias alimentarias de los peces permiten:

- Conocer las relaciones tróficas que operan en los ecosistemas acuáticos.
- Construir bases teóricas de tipo conservacionistas para proteger a la especie y el medio en el que habita.



- Obtener información precisa de la fuente natural de nutrientes, que serán fundamentales si se quiere criar a la especie con fines económicos o conservacionistas.
- Obtener información de la comunidad dentro del ambiente, utilizando al pez objetivo (tararira) como una herramienta adicional de muestreo.

Los peces constituyen un componente clave en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos dulceacuícolas. Por su alimentación, pueden generar directa e indirectamente un gran impacto en la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas. En el caso de la tararira que cumple el rol de depredador tope en la red trófica, tendría la función de ejercer efectos de regulación top-down sobre las poblaciones presa (Rosso, 2006).

En lo que respecta específicamente a la dieta, lo que se conoce es que si bien la tararira es considerada una especie carnívora, cuando alcanza la adultez, es fundamentalmente ictiófaga (Oliveros y Rossi, 1991; Gillian et al., 1993; Loureiro y Hahn, 1996; Pompeu y Godinho, 2001; Atencio-Garcia et al., 2005; Sant'Anna, 2006; Gonzalez- Bergonzoni, 2011; Montenegro et al., 2013 y Pessoa et al., 2013). En términos generales, durante los primeros estadios de vida, los microcrustáceos forman parte exclusiva de la dieta, luego los insectos y pequeños crustáceos como camarones, predominan como ítems alimentarios, hasta basar su dieta casi exclusivamente en peces, incluso incurriendo en el canibalismo desde el estado larval (Rosso, 2006). De este modo la importancia relativa de cada ítem presa varía a medida que el pez crece. Es así que la tararira, cuando adulta, es considerada el mayor predador de agua dulce de la región pampeana (Rosso, 2006) pudiendo consumir, incluso, presas de otras clases de vertebrados superiores y peces que pueden alcanzar una longitud superior al 50% de su tamaño (Oliveros y Rossi, 1991). En regiones templadas se acepta que el metabolismo de los peces es mayor en los meses cálidos y disminuye en los periodos más fríos del año (Rosso, 2006). La actividad alimentaria de la especie es más intensa durante la noche, cuando se mueve en busca de alimento (Azevedo y Gomes, 1943; Paiva, 1974). Sin embargo, en los peces de hábitos nocturnos en general, aunque centren su búsqueda durante



la noche, también se alimentan durante el día en lugares oscuros (Zavala-Camin, 1996).

Esto explicaría en parte la elevada proporción de estómagos vacíos que se observan en las tarariras adultas (Rosso, 2006).

Considerando la importancia ecológica que radica sobre la especie en arroyos y lagunas pampeanas, los estudios referidos a la dieta son realmente insuficientes si se quiere tener un conocimiento más amplio sobre cómo incide la especie sobre las comunidades ícticas, en su rol de predador tope, más aún considerando que se trata de una nueva especie. No obstante, los estudios sobre la dieta de especies de peces predadoras no es tarea fácil. Esto ocurre porque usualmente comen pocas presas grandes que les proporcionan mucha energía, lo que determina una alta proporción de estómagos vacíos en los muestreos.

La mayor parte de los trabajos que contemplan la actividad trófica de la especie se basan en estudios realizados en diversos ríos y cuencas de Brasil (Loureiro y Hahn, 1996; Pompeu y Godinho, 2001; Sant'Anna, 2006; Pessoa et al., 2013) y en menor cantidad en países del norte de Sudamérica (Atencio-Garcia et al., 2005). En Argentina los escasos estudios basados en el análisis de la dieta de la especie se realizaron sobre grandes ríos y arroyos (Oliveros y Rossi, 1991; Fernández et al., 2012; Llamazares 2014), sin embargo, donde la especie ejerce su máximo potencial como predador (lagunas) es donde hasta el momento no se han analizado sus relaciones tróficas.

Con el objetivo de analizar las fluctuaciones anuales en la dieta de la tararira y su relación con variables extrínsecas e intrínsecas, se procedió a describir la actividad y dinámica alimentaria de la especie discriminando por sexo.



5.2- Materiales y métodos

En el plan de muestreo se consideraron dos ambientes del cuerpo de agua en la laguna Yalca, con el fin de evaluar diferencias espaciales en la actividad alimentaria, por esta razón los ejemplares capturados por cada arte de pesca fueron clasificados según las zonas de captura:

- **Costa:** Franja de 50 metros desde la línea de costa hacia el interior de la laguna. Profundidad variable entre 0,5 (próximo a la orilla) y 1,2 metros (distal a la orilla), de fondo de tosca dura. En este sector se calaron las trampas y arrastres.
- **Centro:** Se extiende desde los 50 metros de la costa hasta el centro de la laguna. Espacio libre de vegetación, profundidad uniforme que varía según las épocas de lluvias y sequías entre 1,5 y 2 metros, y fondo limoso. Se calaron espineles de fondo y flote y redes agalleras y trasmallos.

Una vez disectados por el vientre, se les extrajo el estómago realizando un corte a la altura del esófago y la primera porción del intestino, el cual fue conservado en frascos transparentes debidamente rotulados con formol al 10% para su posterior análisis.

En el laboratorio los estómagos fueron lavados externamente con abundante agua fría con el objetivo de retirar el exceso de formol y bajo campana de extracción de gases se procedió a cortar cada estómago longitudinalmente en toda su extensión, lavando el interior del mismo con un piseta para extraer la totalidad del contenido. Para obtener la composición trófica de la población de tarariras en la laguna Yalca se identificó el contenido de los estómagos. Para esta tarea se utilizó una lupa estereoscópica marca Olympus modelo: SZX10 y material de disección como pinzas y agujas taxidérmicas. Cada ítem presa se reconoció hasta el máximo nivel taxonómico posible, haciendo uso de literatura y claves específicas (Ringuelet et al., 1967, Needham y Needham, 1982, Rosso, 2006). Posteriormente se contabilizó, pesó (con 0,1 g de precisión) y se obtuvo el volumen (con 1 ml de precisión) de cada ítem presa sumergiéndolo en una probeta graduada. Aquellos



restos no identificados (indet.) debido al alto grado de digestión también fueron considerados en el peso y volumen del contenido estomacal.

5.2.1- Hábitos alimentarios

Para el análisis de los hábitos alimentarios se consideraron los siguientes índices:

Índice de vacuidad (Iv)

Estima la importancia de estómagos vacíos dentro de la muestra. (Ramos-Jara, 1981; Cabral, 1998; Vicent, 1998; Aguirre, 2000; Morte, 2002; Jaramillo Londoño, 2009)

$$Iv = \frac{Ev}{Et} \times 100$$

Donde:

Ev: número de estómagos vacíos.

Et: número total de estómagos analizados.

Las diferencias entre las proporciones de estómagos vacíos en la costa y el centro del cuerpo de agua se testearon mediante el test t student.

Se analizaron gráficamente los patrones de variación estacional del Iv con relación a los parámetros ambientales y a los estados gonadales a través del IGSe.

Índice de repleción estomacal (IR%)

Dado que los cambios en el volumen del contenido estomacal a lo largo del tiempo indican diferencias en la intensidad de la alimentación, se determinó el ritmo del comportamiento alimenticio a través del índice de repleción estomacal, propuesto por Hyslop, 1980; Cabral, 1998 y Vicent, 1998.

$$IR\% = \frac{Ptes}{Pt} \times 100$$

Donde:

Ptes= peso total del contenido estomacal.



Pt= peso total del pez.

Estos índices fueron analizados comparando resultados entre sexos y épocas del año, con el objeto de dilucidar patrones estacionales asociados al consumo de alimento. En este sentido se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson (r) entre la temperatura, las horas luz y las precipitaciones con el IR%.

5.2.2- Análisis de la composición trófica

Para el análisis de la composición trófica se consideraron los siguientes índices:

Composición numérica (CN%)

Expresa el número medio de individuos por categoría alimenticia y por estómago (Hyslop, 1980, Amezaga-Herrán, 1988). Este número permite conocer cuántas unidades de un determinado ítem alimentario consume respecto al resto de los otros ítems que componen su dieta. La mayor desventaja es que no se tiene en cuenta el tamaño de las presas. Además, se tiende a sobreestimar a los organismos con partes duras por su resistencia a la degradación que aquellos organismos blandos.

$$CN\% = \frac{ni}{Np} \times 100$$

Donde:

ni= número total de representantes de la presa i.

Np= número total de presas consumidas.

Índice de análisis Gravimétrico (G%)

Los pesos de las presas pueden ser medidos directamente a través del peso seco o húmedo y los resultados se expresan como porcentajes del peso de cada ítem presa en relación al peso total de todos los contenidos estomacales (Morte, 2002). Este método sobreestima aquellos ítem presa individuales con un gran aporte en peso.



$$G\% = \frac{Phpi}{Phtp} \times 100$$

Donde:

Phpi= peso húmedo de la presa i.

Phtp= peso húmedo total de las presas.

Frecuencia de ocurrencia (FO%)

Que expresa el porcentaje de estómagos con determinado ítem presa con relación al total de estómagos. En el caso de especies con alto porcentaje de vacuidad, se sugiere solo tener en cuenta los estómagos con contenido (Ramos-Jara, 1981). Este método al igual que el anterior nos permite evaluar con que asiduidad son consumidos los diferentes ítems presa por la población. Aunque, no da información del número y talla de las presas como tampoco destaca el poco grado de digestión en aquellos animales con partes duras. Por lo tanto, describe la uniformidad con la que los grupos de peces solucionan sus dietas, pero no indica la importancia de los diferentes tipos de alimento seleccionado (Hyslop, 1980).

$$FO\% = \frac{Npi}{Nes} \times 100$$

Donde:

Npi= es el número de estómagos que contienen el ítem alimentario i.

Nes= es el número total de estómagos con contenido.

Índices combinados

Muchos autores (Hyslop, 1980; Amazaga-Herrán, 1988; Morte, 2002) consideran que la importancia de los métodos numéricos, peso o de volumen carecen por sí solos de una real visión sobre la dieta de los peces y sugieren que la acción combinada de metodología de análisis simples robustecería la información obtenida del registro dietario.



Uno de los métodos combinados más empleados es el índice de Importancia Relativa (RI%) a partir de la estimación del índice de importancia absoluta (AI), este índice permite expandir los valores de los ítems presa secundarios:

$$AI_i = CN\%_i + G\%_i + FO\%_i$$

$$RI\%_i = \frac{AI_i}{\sum_{j=1}^n AI_j} \times 100$$

Donde:

n= número de ítems presa.

Este índice le da igual importancia a los índices que describen la dinámica alimentaria, además de poder verlo en una escala porcentual.

Con el fin de evaluar cambios en la dieta asociados al ciclo anual o al sexo de los individuos, se analizó el RI% estacionalmente y por género y por ambiente de captura. Para evaluar las diferencias y similitudes en la dieta de la especie entre los meses de muestreo, se realizó un análisis de los RI% por mes mediante análisis de escalado multidimensional (MDS) utilizando el índice de Bray Curtis (Brower y Zar, 1984) a efectos de evidenciar la existencia de grupos de meses con dietas parecidas entre sí. Una vez definidos los grupos se aplicó el análisis de similitudes porcentuales (SIMPER) para evaluar el aporte de los ítems alimentarios a las similitudes intragrupo y a las diferencias intergrupos.

Para evaluar la existencia de diferencias en la dieta entre sexos y lugar de captura, se aplicó la prueba Chi-cuadrado comparando los RI% por ítem de machos y hembras y de ejemplares capturados en costa y centro de la laguna. Cuando se hallaron diferencias, los índices para cada ítem y grupo fueron graficados para visualizarlas.

Con el objetivo de graficar la información obtenida por la metodología anteriormente descripta y medir el grado de contribución de cada ítem presa en la



dieta de su depredador se utilizó el Índice de Importancia Geométrica (GII), (Assis, 1996).

$$GII_i = \frac{(\sum_{i=1}^n V_i)_j}{\sqrt{n}}$$

Donde:

V_i =es el valor de cada índice adjudicado a cada ítem presa (CN%, G% y FO%).

n = número de índices utilizados.

Así los valores altos de GII indican mayor importancia, valores medios, importancia secundaria y valores bajos, importancia ocasional. Estas importancias se registran gráficamente por cada inflexión en la curva, donde en el eje Y corresponde a los valores de GII y el eje X los taxones que componen la dieta.

Además, se evaluó la estrategia alimentaria (Generalista-Especialista), la importancia de los ítems presa (Raro-Dominante) y la amplitud del nicho trófico (Estrecho- Amplio), mediante el método gráfico propuesto por Costello (1990) y modificado por Amundsen et al. (1996) (Figura 5.2.2.1). Este método, muy simple, consiste en graficar qué posición ocupa cada ítem presa en un eje de coordenadas, donde las abscisas corresponden a frecuencias de ocurrencia y en el eje de ordenadas el valor de la abundancia específica de la presa i ($P_i\%$):

$$P_i\% = \left(\frac{\sum S_i}{\sum S_{ti}} \right) \times 100$$

Donde:

S_i , es el contenido de la presa i en el estómago (peso o número).

S_{ti} , es el contenido total de los estómagos que contengan la presa i .



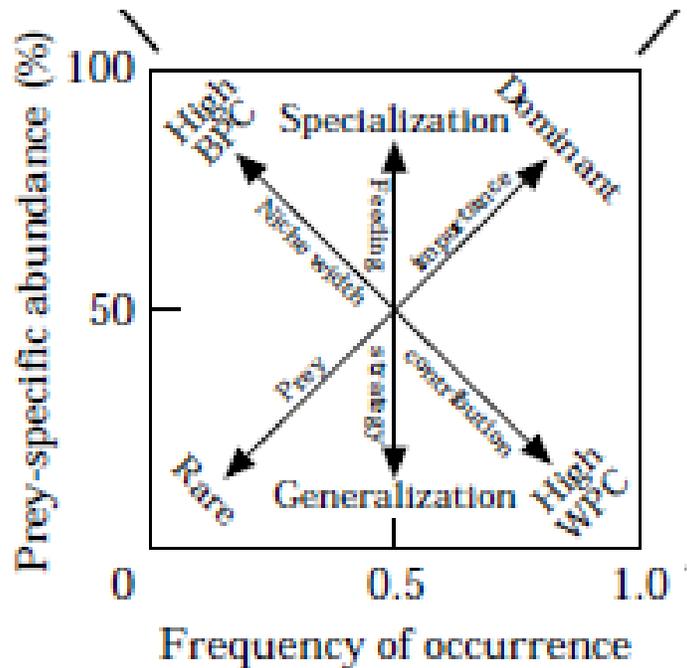


Figura. 5.2.2.1. Explicación de Amundsen et al., 1996 para interpretar su diagrama

Para cuantificar la uniformidad en los recursos consumidos por la especie se aplicó el índice de amplitud de nicho de Levins (B), (Levins,1968) que se expresa como:

$$B = \frac{1}{\sum P_i^2}$$

Donde:

Pi es la proporción de individuos encontrados usando el recurso i.

El índice de Levins (Krebs, 1999) estandarizado, se utilizó para expresar la amplitud de nicho en una escala que va desde 0 (nicho angosto) hasta 1 (nicho amplio) según la siguiente formula:

$$Best = \frac{(B - 1)}{(n - 1)}$$

Donde:

n: es el número de ítems presa posibles.



5.3 Resultados:

5.3.1 Hábitos alimentarios

De los 437 ejemplares seleccionados para analizar la dieta, 341 presentaron el estómago sin contenido (78%) y solo 97 presentaron algún resto de alimento (22%). Cuando se discriminó entre costa y centro, la proporción de estómagos vacíos fue significativamente superior en el centro $lv= 0,88$, que en la costa $lv= 0,68$ (Test t student, $p<0,01$).

En la figura 5.3.1.1 se observa que a medida que disminuyen los valores de temperatura y precipitación (periodo verano-invierno), el lv aumenta y solo disminuye en primavera, momento en el cual los parámetros ambientales comienzan a registrar un incremento de sus valores medios.

Además, se observa que la mayor actividad alimentaria se registra en los meses más cálidos ($IR\%=5,32$ y $3,23$), donde se registran mayor cantidad de estómagos con contenido ($lv= 84\%$ y $61,13\%$), en verano y primavera respectivamente. En los meses fríos la actividad alimentaria disminuyó, observándose además un elevado porcentaje de estómagos vacíos ($lv=94,46$).

Con relación a los parámetros ambientales la actividad alimentaria presentó una relación significativa y directamente proporcional con la temperatura del agua ($r= 0,98$) y las precipitaciones ($r= 0,99$), $p<0,05$, con el $IR\%$.



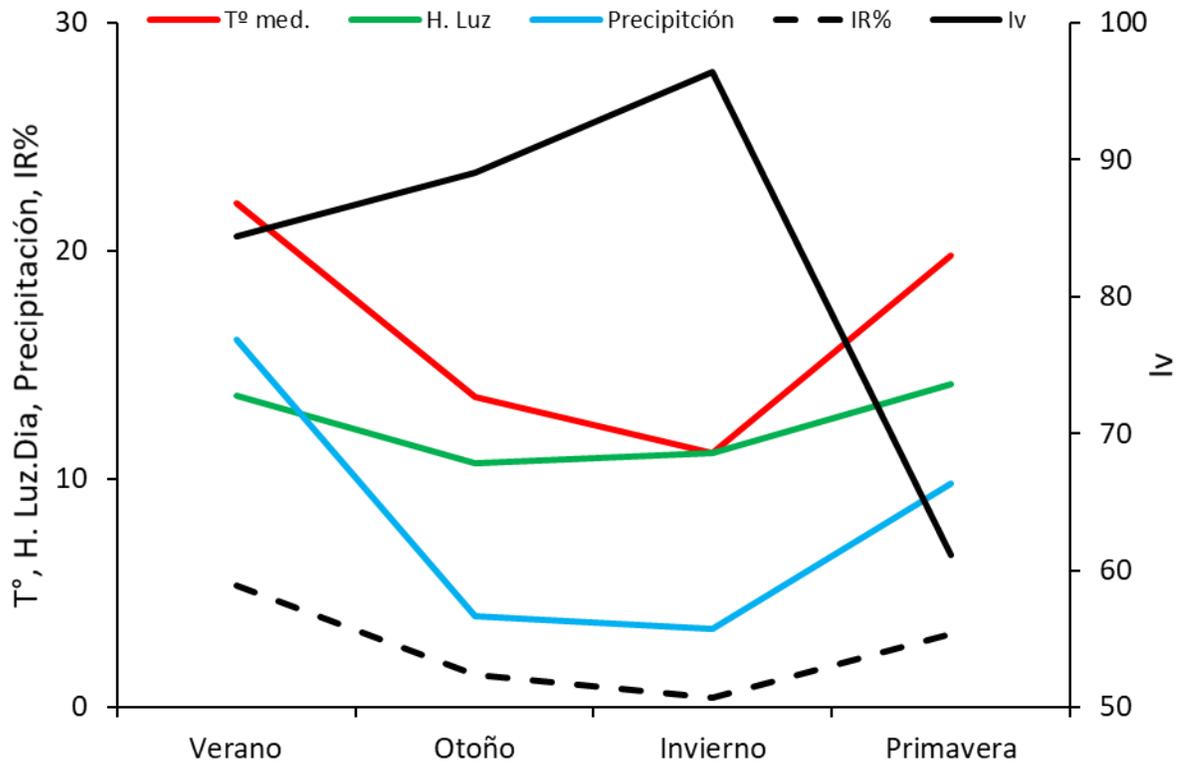


Figura. 5.3.1.1. Comportamiento de los valores medios estacionales de los parámetros ambientales analizados, respecto del lv.

No se observan diferencias entre los patrones de cambio estacional de los valores del lv de machos y hembras. EL valor del índice en ambos sexos tuvo la marca más baja en primavera, coincidiendo con el máximo valor de IGSe registrado en hembras (Figura 5.3.1.2). Los valores de estómagos vacíos observados en hembras acompañan las fluctuaciones estacionales del IGSe, por otro lado, los promedios de estómagos vacíos en hembras suelen ser mayores que los machos.

Durante el pico reproductivo se evidencia mayor actividad alimentaria en las hembras, en particular, durante el verano (IR%=7,46), mientras que el macho para este mismo periodo presenta un IR%≈3.



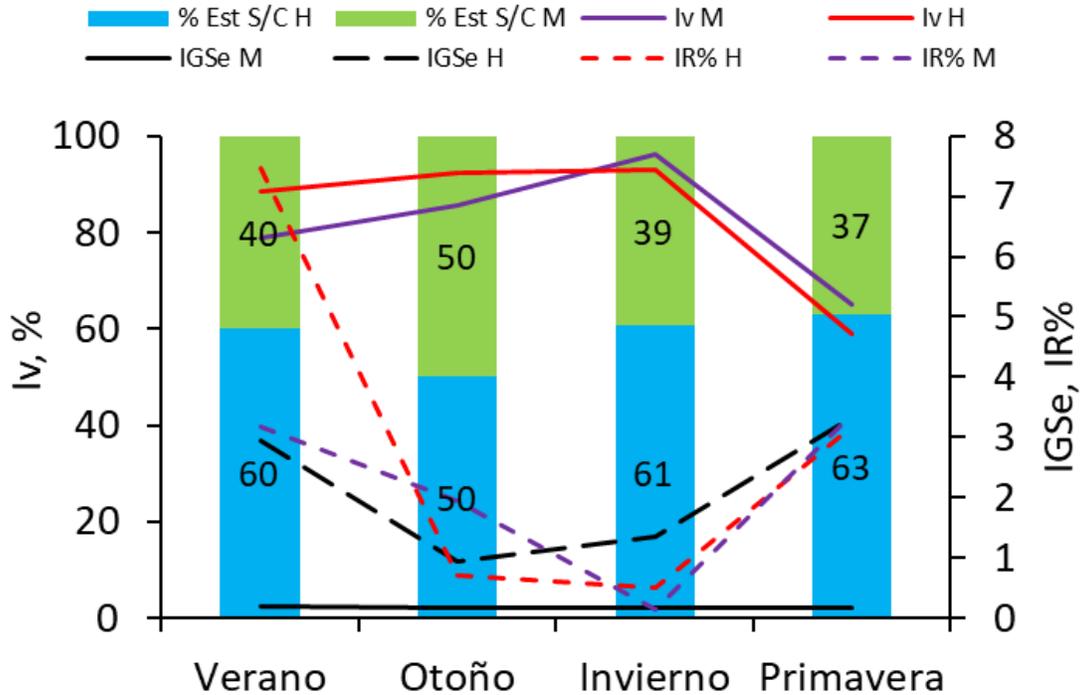


Figura. 5.3.1.2. Comportamiento del IGSe de las hembras y machos respecto del Iv. Los números dentro de las barras representan el porcentaje de estómagos sin contenidos entre sexos. Ref.: H (Hembras); M (machos); % Est S/C, (porcentaje de estómagos sin contenido en hembras y machos, respectivamente) e IR% (índice de repleción).

5.3.2- Análisis de la composición trófica

El rango de tallas de los ejemplares capturados destinados a análisis de dieta oscilo entre 255 y 600 mm de Lt, que siguiendo el criterio de Azevedo y Gomes, (1943) corresponde a tarariras adultas del grupo *H. malabaricus* (> 150-200 mm de Lt). En la tabla 5.3.2.1 se detallan los ítems presa identificados en las muestras. Se reconocieron 16 ítems presa de los cuales 11 se determinaron hasta el nivel de especie. Con el objetivo de ponderar el aporte de las mojarras en la dieta de la tararira, se analiza en conjunto estas especies de carácidos. Los grupos indet., no pudieron ser clasificados a nivel de especie por estar muy digeridos, se atribuyeron al rango taxonómico más alto posible.



Tabla 5.3.2.1. Ítems presa del Reino Animalia identificados en los contenidos estomacales.

Phylum	Subphylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Autor	Nombre común
Chordata	Vertebrata	Osteichthies	Siluriformes	Callichthyidae	<i>Corydoras paleatus</i>	(Jenyns, 1842)	Tachuela
				Pimelodidae	<i>Parapimelodus valenciennis</i>	(Kröyer, 1874)	Bagarito
				Indet			Bagre
			Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	(Cuvier, 1819)	Mojarra
					<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	(Cope, 1894)	Mojarra
					<i>Astyanax sp.</i>	(Baird & Girard, 1854)	Mojarra
					<i>Bryconamericus iheringi</i>	(Boulenger, 1887)	Mojarra
					<i>Cheirodon interruptus</i>	(Jenyns, 1842)	Mojarra
					Indet		Mojarra
					<i>Oligosarcus jenynsii</i>	(Günther, 1864)	Dientudo
			Curimatidae	<i>Cyphocharax boga</i>	(Hensel, 1870)	Sabalito	
				Atheriniformes	Atherinidae	<i>Odontesthes bonariensis</i>	(Valenciennes, 1835)
			Clupeiformes	Clupeidae	<i>Platanichthys platana</i>	(Regan, 1917)	Mandufia
Indet		Peces					
Arthropoda	Crustacea	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Palaemonetes argentinus</i>	(Nobili, 1901)	Camarón
		Microcrustaceos					Microcrustaceos
		Hexapoda	Insecta				Insectos

En la figura 5.3.2.1 se representa la composición porcentual en número de cada ítem alimentario del total de estómagos analizados. Se observa que las tarariras, presentan una dieta basada en el consumo de peces, donde los ítems más relevantes fueron el bagarito (50,26%), seguido de mandufia (14,62%), mojarra (9,23%), camarón (6,92%) y restos de peces (4,62%). El resto de los ítems se encontraron en un porcentaje inferior al 4 %.

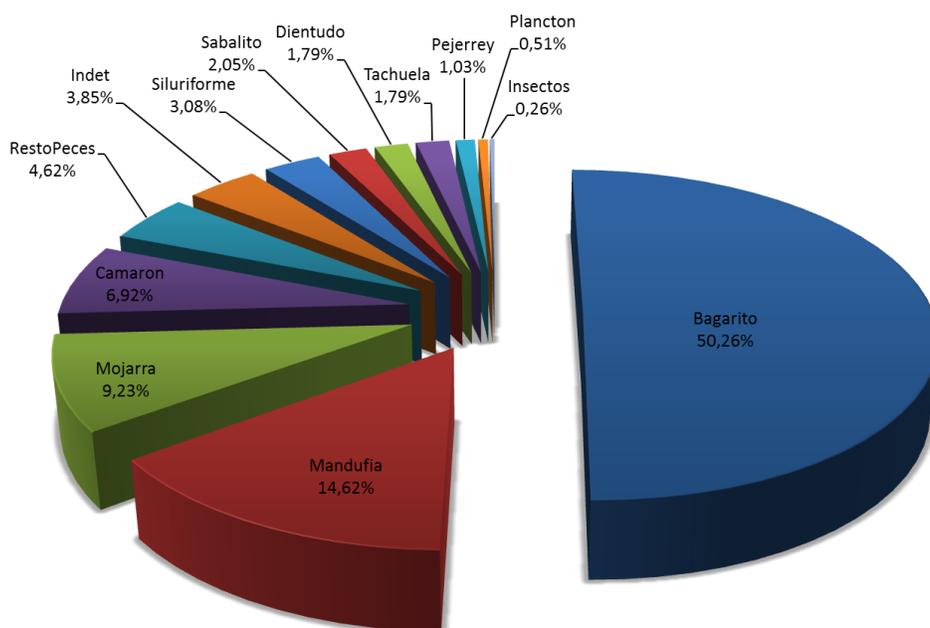


Figura. 5.3.2.1. Composición numérica porcentual de los ítems alimentarios registrados en los estómagos, durante el periodo que abarco el análisis de la dieta de la tararira.



Los valores registrados del índice gravimétrico porcentual (G%) y el de frecuencia de ocurrencia porcentual (FO%), indican que el bagarito es el componente alimentario principal. Este ítem no solo refleja el mayor aporte en peso en la dieta de la tararira, sino que además es el más frecuentemente hallado en los estómagos, observándose que el resto de los ítems tiene una representación menor (Tabla 5.3.2.2).

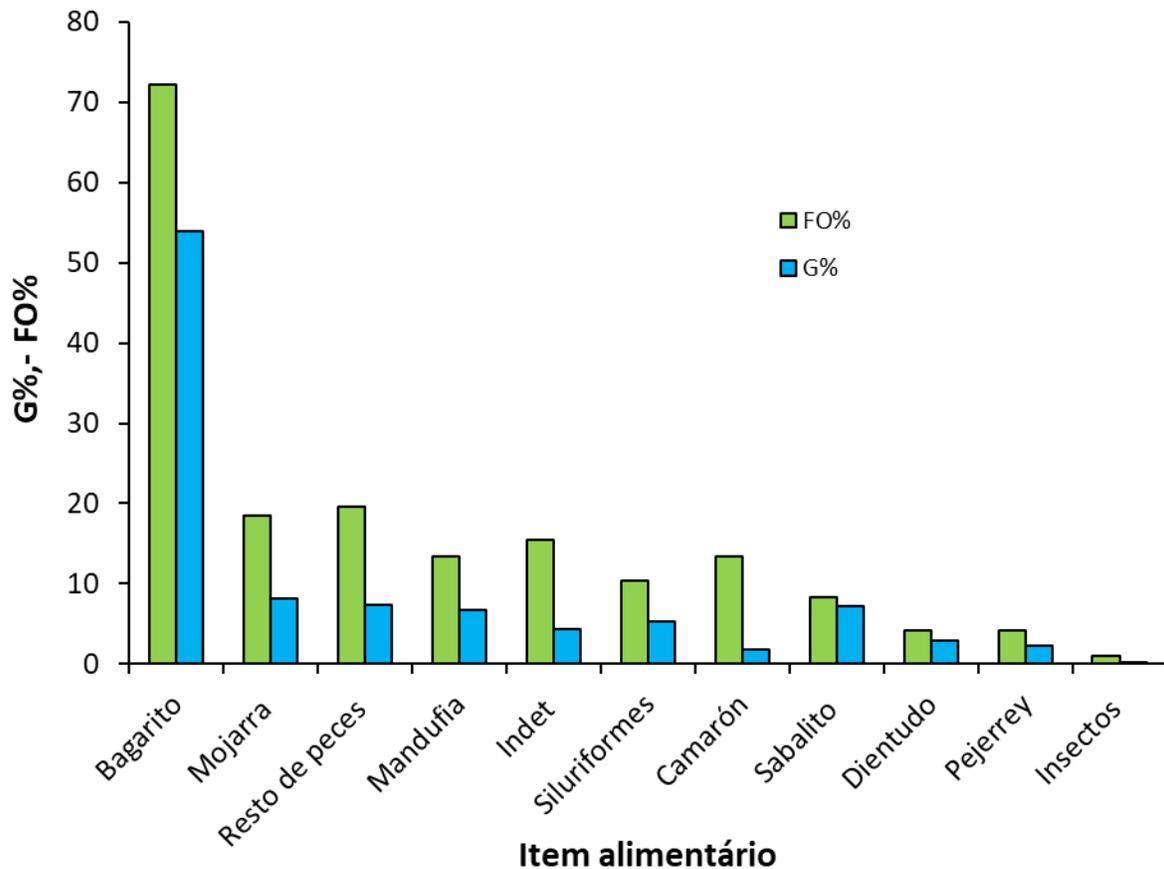


Figura. 5.3.2.2. Distribución de abundancia de los ítems presas identificados según el valor de FO% (frecuencia de ocurrencia porcentual) y G% (Índice gravimétrico porcentual).

Se cuantifica la importancia que tiene cada grupo dentro de la dieta de la especie a partir de los índices calculados para los ítems presa descriptos (tabla 5.3.2.2). En la misma se incluyen solo aquellos grupos donde fue posible obtener, en su totalidad, aquellos índices que describen la dinámica alimentaria (CN%, G%, FO%).



Tabla 5.3.2.2. Composición trófica de la dieta de *Hoplias argentinensis*, donde se detallan los valores de CN%, G%, FO%, RI% y RI% (Acum.) Acumulado.

	CN%	G%	FO%	AI	RI%	RI% Acum.
Bagarito	52,95	53,92	72,16	179,03	47,06	47,06
Mojarra	8,51	8,12	18,56	35,19	9,25	56,31
Resto de peces	6,68	7,44	19,59	33,70	8,86	65,17
Mandufia	8,14	6,77	13,40	28,32	7,44	72,62
Indet	5,29	4,37	15,46	25,12	6,60	79,22
Siluriformes	6,09	5,29	10,31	21,69	5,70	84,92
Camarón	4,27	1,75	13,40	19,42	5,11	90,02
Sabalito	3,97	7,18	8,25	19,40	5,10	95,12
Dientudo	1,92	2,85	4,12	8,90	2,34	97,46
Pejerrey	1,92	2,29	4,12	8,34	2,19	99,66
Insectos	0,26	0,02	1,03	1,31	0,34	100,00

Independiente de los índices utilizados, se observa que el bagarito es el ítem más representado en la dieta de la tararira. En particular el índice combinado, nos da una mejor imagen de la importancia de cada presa en la composición de la dieta, procurando minimizar el impacto aportado por numerosas presas, pero de pequeño tamaño (obtenidos por el CN%) o de presas grandes de mayor peso (obtenidos por el G%). El RI%, si bien jerarquiza al bagarito, como la especie presa más importante en la dieta de la tararira, también reconoce el aporte otorgado por otros grupos, como las mojarra, resto de peces no identificados y mandufias.

Respecto de la estacionalidad en la composición de la dieta, el acomodamiento espacial obtenido a través del análisis MDS indicó que los valores de RI% para los ítems alimentarios de los meses cálidos son más parecidos entre sí que los correspondientes a los meses fríos, que además no resultan similares entre ellos (Figura 5.3.2.3).



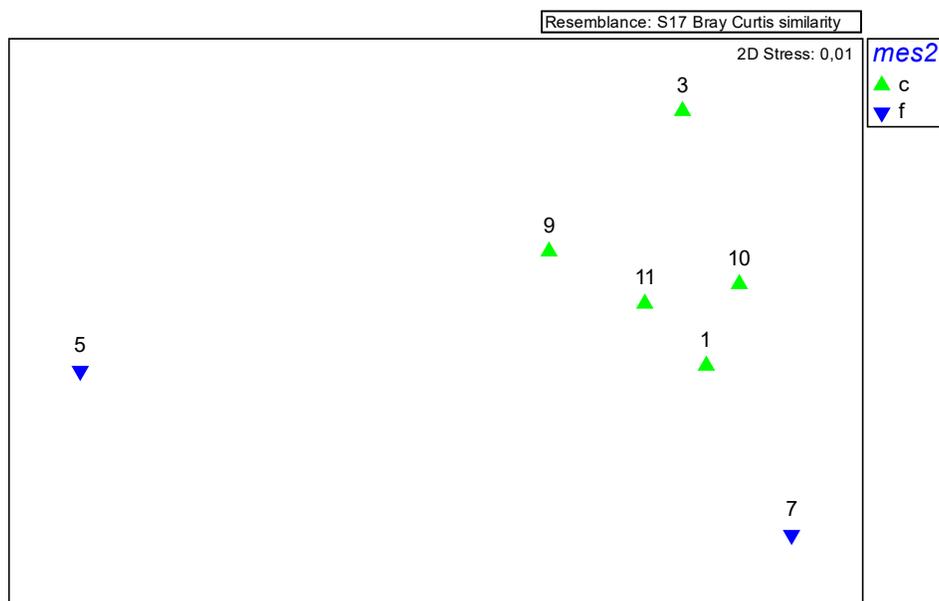


Figura. 5.3.2.3. Resultado del análisis MDS sobre la base de los RI% correspondientes a cada ítem alimentario por mes. Ref.: c (meses cálidos), f (meses fríos) El número sobre el símbolo indica el mes.

El análisis SIMPER indicó que en los meses cálidos la similitud intragrupo es del 64,8%. De esta similitud un valor superior al 80% es alcanzado por el aporte de tres ítems (bagarito, restos de peces y mojarra), tabla 5.3.2.3.

Tabla 5.3.2.3. Resultado del análisis Simper indicando los valores promedio de los RI% para cada ítem alimentario (Prom. Ab.), similitud promedio (Av. Sim) y el aporte porcentual de dichos ítems a la similitud intragrupo (Contrib%) y acumulada (Cum.%) para los meses calidos.

Ítem	Prom. Ab.	Av. Sim	Contrib. %	Cum. %
Bagarito	48,24	44,59	68,82	68,82
Resto de peces	7,4	5,64	8,7	77,52
Mojarra	8,72	3,91	6,04	83,55
Siluriformes	5,03	2,93	4,52	88,07
Mandufia	5,77	2,34	3,61	91,68

Al comparar los RI% de los meses fríos contra los cálidos (Tabla 5.3.2.4), se observa que la diferencia es del 67,8% y que los ítems que más aportan a disimilitud son el bagarito que es consumido más en los meses cálidos y la mandufia, la



mojarra, los restos de peces y camarones que son consumidos con mayor asiduidad en los meses fríos.

Tabla 5.3.2.4. Resultado del análisis Simper indicando los valores promedio de los RI% para cada ítem (Prom. Ab.) alimentario por grupo (c: cálido, f: frío) y el aporte porcentual de dichos ítems a la disimilitud entre grupos de meses calidos y frios (Contrib%) y acumulada (Cum.%).

Ítem	Grupo c	Grupo f	Contrib%	Cum.%
	Prom. Ab.	Prom. Ab.		
Bagarito	48,24	16,67	23,29	23,29
Mandufia	5,77	30,05	22,16	45,46
Mojarra	8,72	16,67	12,29	57,75
Resto de peces	7,4	16,67	12,29	70,04
Camarón	4,09	11,54	8,51	78,55
Indet	6,6	8,41	7,3	85,85
Sabalito	5,61	0	4,14	90
Siluriformes	5,03	0	3,71	93,71

La prueba chi cuadrado indicó que no existen diferencias en la dieta de acuerdo a RI% entre machos y hembras: Chi-cuadrado= 8,25; Grados de libertad= 10; p= 0,60. Por otro lado la prueba de Chi-cuadrado entre costa y aguas abiertas indicó que se observaron diferencias en los diferentes ítems alimentarios: Chi-cuadrado= 58,71; grados de libertad= 10: p<0,001. En la figura 5.3.2.4 se muestran las diferencias del valor de RI% para cada ítem entre costa y centro. Puede observarse que el consumo de sabalito , bagarito y otros peces indeterminados fue mayor en la costa, mientras que en aguas abiertas tuvieron mayor importancia los camarones y las mandufias.



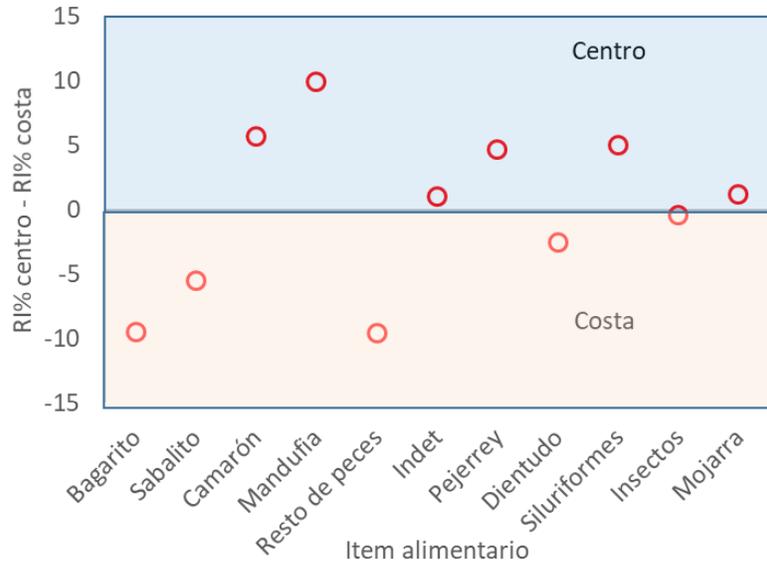


Figura. 5.3.2.4. Diferencias del valor de RI% para cada ítem alimentario entre costa y aguas abiertas.

A través del índice de importancia geométrica (Figura 5.3.2.5), se observa que la presa de mayor relevancia en la dieta de la tararira está representada por el bagarito, le siguen, como presas secundarias, con un registro similar de GII, las mojarras, los restos de peces, mandufia, siluriformes, camarón y sabalito, y como presas ocasionales, el dientudo, el pejerrey y los insectos

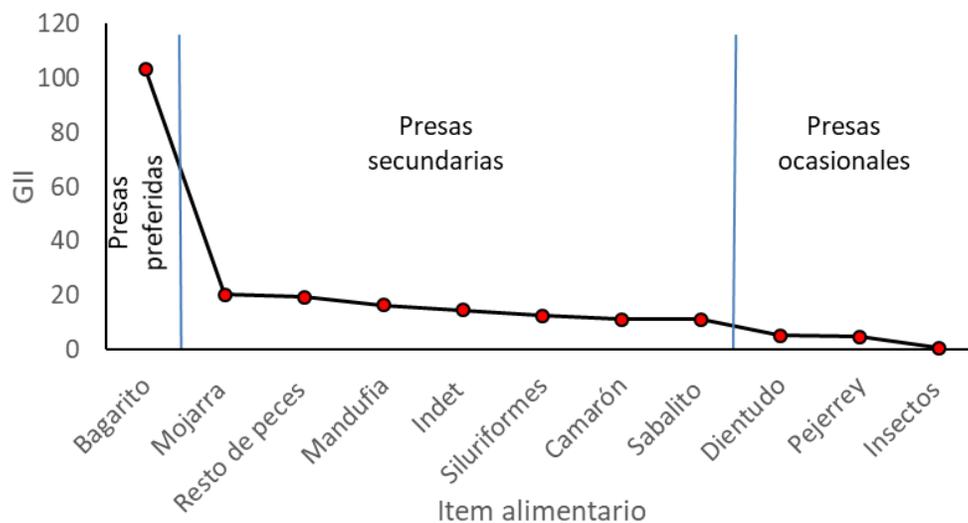


Figura. 5.3.2.5. Representación gráfica de la importancia de los ítems presa en la dieta de *Hoplias argentinensis*, según el índice de importancia geométrica (GII).



En el método gráfico de Amundsen (Figura 5.3.2.6), donde se grafica la FO% vs el Pi% en número, se observa que población se especializa hacia un tipo de presa dominante, como lo fue el bagarito. También se observa que según el índice de Levins estandarizado, la amplitud del nicho es estrecho ($Best=0,38$). Sin embargo, algunos individuos de la población consumieron otros ítems alimentarios, en menor proporción.

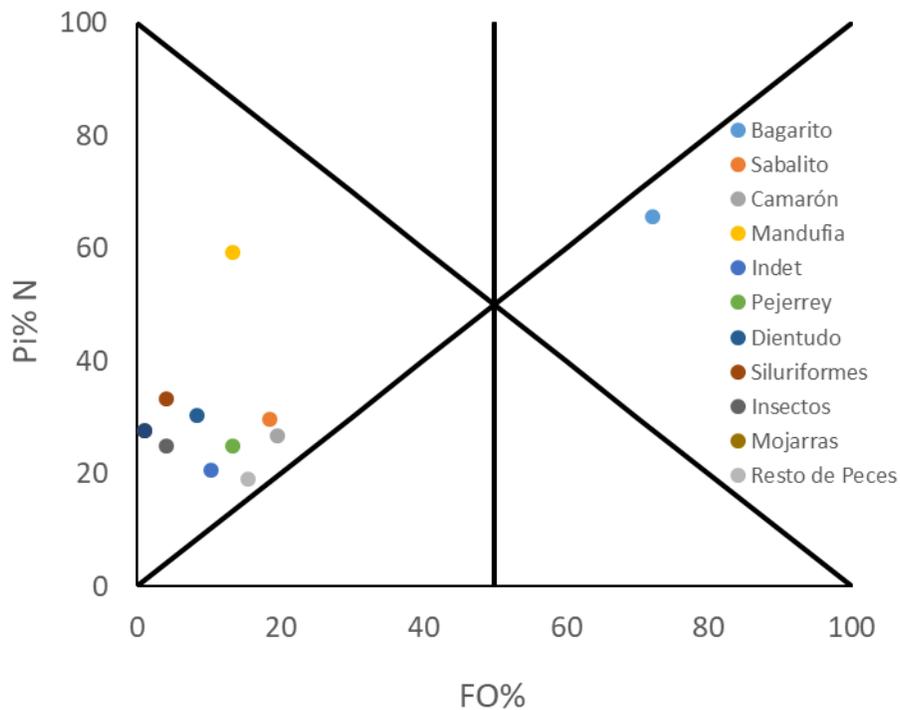


Figura. 5.3.2.6. Gráfico de Amundsen donde se observa la posición relativa que ocupan las especies presa en un eje de coordenadas, donde la abscisa corresponde a FO% y la ordenada a Pi% N (en número).

Por otro lado, al representar el Pi% según el peso (Figura 5.3.2.7), los ítems presa identificados como raros en el eje diagonal, en la figura 5.3.2.6, ahora toman un rol diferente en la dieta, observándose una estrategia alimentaria variada, sobre los diferentes ítems alimentarios



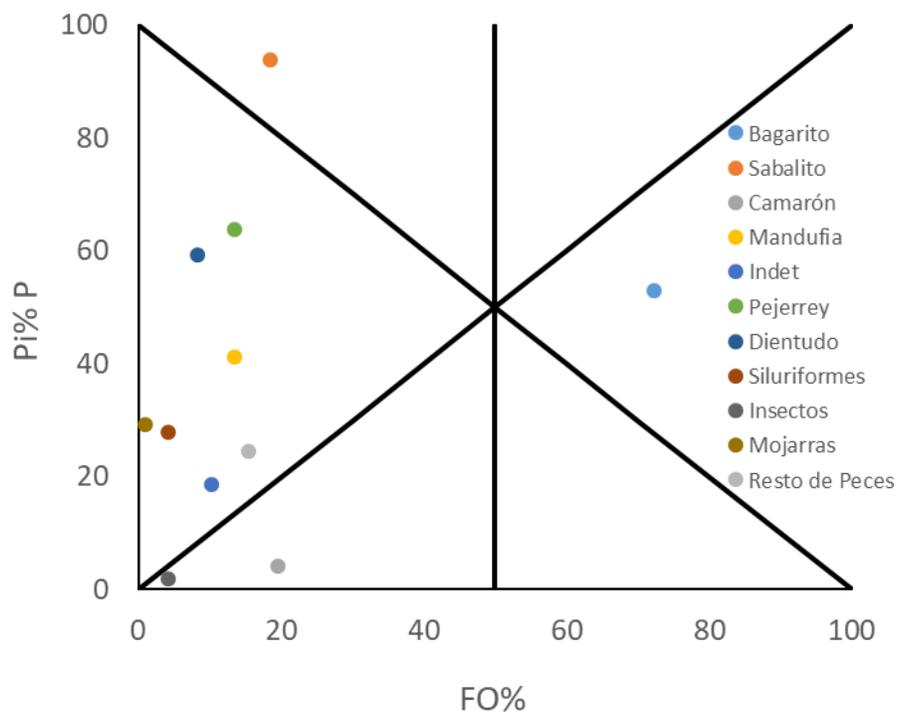


Figura. 5.3.2.7. Gráfico de Amundsen donde se observa la posición relativa que ocupan las especies presa en un eje de coordenadas, donde la abscisa corresponde a FO% y la ordenada a Pi% P (en peso).



5.4 Discusión y conclusiones

Durante el análisis del hábito alimentario de la tararira, se registró un alto porcentaje de estómagos vacíos, coincidente con los hallados por otros autores para las especies del grupo *Hoplias malabaricus*, (Paiva, 1974; Oliveros y Rossi, 1991; Bistoni et al., 1995; Loureiro y Hahn, 1996; Pompeu y Godinho, 2001 y Llamazares, 2014). No obstante, esto no resulta extraño ya que Breck, (1993), reconoce que un elevado número de estómagos sin contenido es común en los peces piscívoros. Por otro lado, valores altos de vacuidad hallados entre los individuos analizados, estarían indicando una actividad alimentaria poco frecuente y la posible tendencia a permanecer en ayuno por periodos prolongados de tiempo, como fue registrado en otras oportunidades en la tararira (Azevedo y Gomes, 1943; Paiva, 1974; Barbieri et al., 1981; Bistoni et al., 1995; Reid et al., 2000; Rios et al., 2002, Rios et al., 2006). Si bien no se observó un patrón marcado de variación estacional entre sexos respecto al índice de vacuidad, el número de estómagos vacíos para ambos, fue mayor en invierno, esto coincide con lo registrado por otros autores para especies del genero *Hoplias* (Oliveros y Rossi, 1991). La mayor cantidad de estómagos con restos de alimentos provenían de aquellos ejemplares capturados con trampas y espineles durante los meses cálidos, sugiriendo que la posibilidad de hallar tarariras con algún contenido en sus estómagos, depende no solo de la temperatura sino también en parte, de que el alimento se encuentre en abundancia y/o resulte de fácil acceso. En el mismo sentido se observó una proporción significativamente mayor de estómagos con contenido en la costa, lo cual podría vincularse no solo al hecho de la especie frecuente la zona costera para alimentarse sino también a la disponibilidad de presas dentro de la trampa.

Es evidente que el incremento térmico produciría un aumento progresivo en el consumo de alimento y, del mismo modo, un descenso de dicha variable ambiental disminuiría sus requerimientos alimentarios, este concepto explicaría por qué los valores más altos de IR% son registrados durante el periodo primavera-verano. Si bien en los machos no se observa relación alguna entre los valores del Iv e IR% con el IGSe, en las hembras esta relación se ve particularmente acentuada al inicio de la actividad reproductiva y más aún en el periodo de desove donde se



registra una relación inversa entre los valores de I_v e IGS. Esta misma relación se evidenció en el I_v y las curvas anuales de los valores medios de todos los parámetros ambientales. Con relación a los valores de IR%, el incremento durante los meses cálidos coincide con el periodo de mayor crecimiento según los valores de incremento marginal (Ver Capítulo 4) y el periodo reproductivo (Ver Capítulo 3). Aunque el patrón estacional entre sexos es similar, en hembras, los valores de IR% fueron mayores en verano. Podría suponer que este incremento diferencial al inicio del periodo reproductivo es requerido por las hembras como parte de la energía necesaria para derivarlos a la maduración de los tejidos gonadales. Del mismo modo, un incremento del índice en las hembras al final del periodo de freza, podrían estar asociado a un mayor consumo de alimento como consecuencias de un mayor esfuerzo reproductivo. Por otro lado, el IR% en machos registrados para el mismo periodo, podría estar indicando una menor ingesta de alimento como parte de la estrategia reproductiva que tiene la especie de cuidar el nido. Sin embargo, algunos autores Stoner, (2004), Gibson (2005) y Montenegro et al., (2013) afirman que la dinámica alimenticia de los peces está controlada por factores externos como la temperatura, la intensidad lumínica y la abundancia de alimento y por factores intrínsecos como el hambre y la reproducción ya que muchas especies no se alimentan durante la temporada de desove.

Del análisis de la composición trófica, surge que de las 14 especies de peces capturadas en la laguna Yalca (Tabla 2.3.4.1), 10 fueron encontradas en los estómagos analizados. Esto estaría indicando que la tararira selecciona sobre una fracción de los componentes presa totales, presentes en el ambiente como fue registrado por Chesson, (1978) y Montenegro, (2013) para especies piscívoras en otros ambientes. De los ítems presa hallados en la dieta de *Hoplias argentinensis*, el 80 % se encuentra representado por peces, coincidiendo con otros trabajos que describen la dieta de grupo *Hoplias malabaricus* de ejemplares adultos, (Oliveros y Rossi, 1991; Bistoni et al., 1995; Sant'Anna, 2006; Montenegro, 2013). En base a esto, se puede afirmar que los adultos de tararira, en la laguna Yalca, presenta una alimentación básicamente ictiófaga.



El 92% en la composición de la dieta de *H. argentinensis* está representada por peces. Dentro de los peces, el bagarito triplicó los valores en número y peso que el resto de los ítems alimentarios. Además, fue la especie que más frecuentemente apareció en los estómagos. En términos de abundancia le siguieron especies, también de pequeño porte como mojarras, restos de peces y mandufias. Las tallas de las presas ingeridas podrían estar vinculado a la relación tamaño de apertura máxima de la boca del depredador y la morfología de la presa, como lo sugieren otros autores (Prejs, 1987; Loureiro y Hahn, 1996). Otros factores que pueden inferir en la dieta podrían ser la velocidad de nado (Breck, 1993; Agostinho et al., 2008 y Milani et al., 2010), la forma de captura (Oliveros y Rossi, 1991), el hábito forrajero de las presas entre otros factores y no necesariamente a la abundancia de las presas en el ambiente (Montenegro, 2013).

Así mismo el índice de Importancia relativa porcentual jerarquiza al bagarito como el ítem alimentario más importante dentro de la dieta de la tararira muy por encima del resto. Esta representatividad se justifica desde su importancia numérica, peso, como así también, de ocurrencia. Si bien no se observan grandes diferencias entre los agrupamientos de los diferentes ítems presa entre periodos fríos o cálidos, es esperable que, por su importancia en la dieta, sea el bagarito, la especie que marque la diferencia. Siendo más consumida en los meses cálidos y la mandufia, mojarra y restos de peces en los meses fríos. Esto podría explicarse debido a que el bagarito es una especie pelágica que suele ser muy numerosa en las lagunas pampásicas (Rosso, 2007). Como se mencionó anteriormente, la dieta puede no estar regida por las abundancias de las presas en el ambiente, otros autores, (Turesson, 2003; Vucic-Pestic et al., 2010) mencionan que la dieta de cualquier predador podría estar influenciada por aumentos atípicos de una especie-presa. Por su parte Agostinho et al. (2008) y Milani et al. (2010) sugieren que los factores como la preferencia de hábitat, las condiciones ambientales, el tamaño de la presa y la movilidad pueden desempeñar un papel importante en la selectividad de la abundancia de presas.



Capítulo 6

Comparación de la población de tarariras de Yalca con las de otras lagunas muestreadas

6.1- Introducción

6.2- Materiales y métodos

6.3- Resultados

6.3.1- Captura por unidad de esfuerzo y estructura de tallas

6.3.2 Relación Peso-Largo

6.3.3- Índice gonadosomático y otros índices

6.3.4- Proporción de sexos

6.4- Discusión y conclusiones



6.1- Introducción

Los grupos de individuos de una misma especie que se encuentran separadas por algún tipo de barrera geográfica, o ambiental, suelen estar sometidos a factores extrínsecos e intrínsecos distintos, que los suscriben como poblaciones diferentes. Es sabido que las características del ambiente influyen sobre el comportamiento y la dinámica de las poblaciones (Rosso, 2007) como así también en la respuesta de los individuos que las componen (Berasain et al., 2015, Colautti et al., 2003). Es así que las características de una población y su dinámica son el efecto resultante de la interacción entre elementos intrínsecos de la biología de los organismos, los factores extrínsecos del medio en el cual habitan y la interacción entre los individuos. Por consiguiente, las condiciones ambientales pueden impactar a los individuos y sus poblaciones de diversas maneras y generar respuestas específicas que aseguren la supervivencia y la reproducción de acuerdo con la plasticidad de las especies (Gomes et al., 2015). De hecho, la historia de vida de los peces puede ser influida por presiones ambientales que pueden dar lugar a cambios en las tácticas reproductivas, que representan variaciones a la estrategia reproductiva y que pueden interpretarse a partir de diferencias en la relación largo-peso, proporción de sexos, e índices biológicos como el gonadosomático y de condición, entre otros (Chellappa et al., 2009).

Por este motivo, con el objeto de evaluar la existencia de diferencias en la respuesta de poblaciones de tararira a factores intrínsecos, extrínsecos y de interacción, se compararon los resultados obtenidos de algunos de los aspectos analizados en esta tesis para la población de tarariras de la laguna Yalca con los obtenidos en otras lagunas de la cuenca baja del río Salado. Con este fin se realizaron muestreos con una regularidad estacional en 4 lagunas (Yalca, Lacombe, El Burro y Vitel) como fue explicado en el capítulo 2.



6.2- Materiales y Métodos

El esfuerzo de pesca aplicado con las redes agalleras, trasmallos, espineles y trampas, en las lagunas seleccionadas para realizar las comparaciones, fue el mismo al implementado en Yalca en cada muestreo. No obstante, en el caso de los artes activos, las comparaciones de CPUE solo se realizan de manera parcial, debido a que no pudieron ser empleados en todos los cuerpos de agua analizados.

Por cuestiones logísticas, la distribución de fechas de trabajo de campo no pudo realizarse de manera estrictamente simultánea, pero se respetó la frecuencia estacional.

Se contrastaron los valores promedios observados de las capturas por unidad de esfuerzo en cada laguna como indicadores indirectos de la densidad poblacional y se discutieron las posibles causales de las diferencias halladas.

Se estimaron y graficaron en conjunto las relaciones entre el peso total y el peso eviscerado con el largo estándar con los datos de las tarariras capturadas en todos los cuerpos de agua con el fin de obtener relaciones comunes de referencia, para comparar la condición de los individuos entre poblaciones, a través del índice Kn. Además, se graficaron los índices biológicos (utilizados en el capítulo 3), de los distintos cuerpos de agua, con el objetivo de evaluar los patrones de variación temporal, y de este modo interpretar las posibles respuestas de la biología de los individuos y de las poblacionales de tarariras según las condiciones del ambiente.



6.3- Resultados

6.3.1- Capturas por unidad de esfuerzo y estructuras de tallas.

Sobre la base de lo presentado en el capítulo 2, pueden hacerse algunas apreciaciones generales acerca de las poblaciones muestreadas que resultan relevantes para el desarrollo de este capítulo.

En este sentido, si consideramos a las CPUE obtenidas en las distintas lagunas con los artes de pesca empleados (Figuras 2.3.4.1 y 2.3.4.2), las mayores capturas se obtuvieron en las lagunas El Burro y la Yalca, seguidas por Vitel y Chascomús. Estas diferencias que representan de algún modo un indicador relativo de la densidad poblacional, son rasgos fundamentales de las poblaciones, que deben considerarse al momento de realizar las comparaciones e interpretar los resultados en conjunto con el resto de la información recabada y los parámetros estimados.

En lo que respecta a la estructura de las poblaciones, se observa que en todos los casos hubo tallas modales que representaron grupos de individuos dominantes en la composición de cada una de las poblaciones (Figuras 2.3.4.3 al 2.3.4.6).

En este sentido, aunque las distribuciones de frecuencias de tallas observadas en las lagunas presentaron rangos totales de distribución de tallas similares (Tabla 2.3.4.3), las tallas dominantes fueron mayores para las lagunas Lacombe y Vitel (Lst= 370 y 400 mm, respectivamente), seguidas por la Yalca (Lst= 310 mm) y El burro (Lst= 270 mm). Además, merece mencionarse el hecho de que las modas resultaron similares para los distintos métodos de pesca en cada laguna (Figuras 2.3.4.3 al 2.3.4.6), sugiriendo que las distribuciones obtenidas tienen cierta independencia de la selectividad particular de los artes de pesca implementados, por lo cual podría considerarse que reflejan una aproximación a la estructura real de las poblaciones.



6.3.2- Relación Peso-Largo:

La curva general de peso-longitud de las tarariras muestreadas en todos los sitios de muestreo se muestra en la figura 6.3.2.1 y 6.3.2.2. Los parámetros de las curvas peso-largo ajustadas a los datos correspondientes a las tarariras de las diferentes lagunas estudiadas, se consignan en la tabla 6.3.2.1. Si bien las estimaciones de estos modelos son un insumo para la estimación de los índices biológicos, se observa que la distribución de valores individuales en torno a la curva general fue relativamente homogénea entre los ejemplares provenientes de diferentes cuerpos de agua y que la dispersión de los pesos observados aumenta a medida que se incrementa la talla.

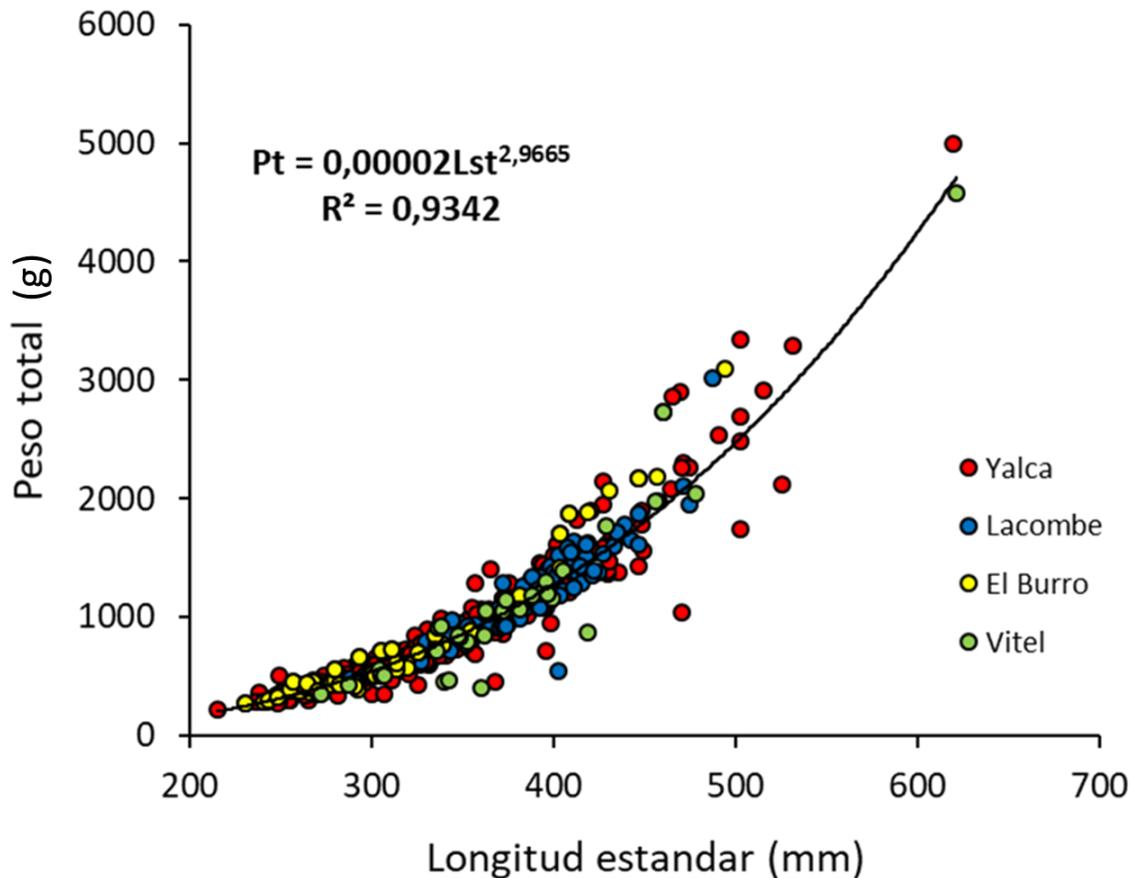


Figura. 6.3.2.1. Curva general de la relación Peso total-Longitud estándar de *H. argentinensis* de todas las lagunas muestreadas.



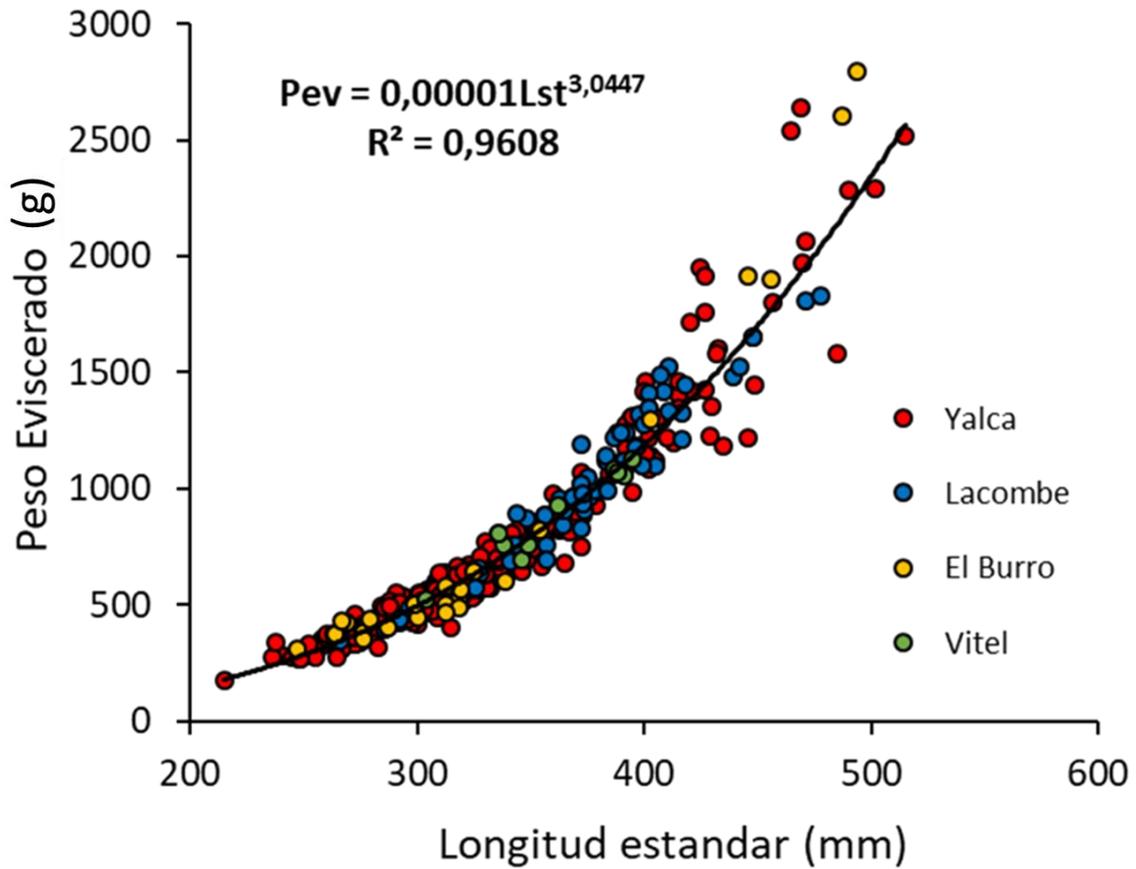


Figura. 6.3.2.2. Curvas de la relación Peso eviscerado-Longitud estándar de *H. argentinensis* de todas las lagunas muestreadas.

Tabla. 6.3.2.1. Parámetros de las curvas de las relaciones peso-longitud obtenidas en las poblaciones de *H. argentinensis* en las lagunas estudiadas. (a) ordenada al origen, (b) pendiente, (R²) coeficiente de determinación

	Pt-Lst			Pev- Lst		
	a	b	R ²	a	b	R ²
Yalca	0,00002	3,022	0,9596	0,00002	3,0024	0,9561
Lacombe	0,000007	3,1774	0,9585	0,00001	3,1016	0,9412
Vitel	0,00004	2,8812	0,9072	0,00006	2,7908	0,9334
El Burro	0,000004	3,2766	0,9753	0,000006	3,1959	0,9617



6.3.3- Índice gonadosomático y otros índices

El IGSe promedio de las hembras para el conjunto de las lagunas oscilo en el rango de valores 0,94 y 5,16., Si bien los registros en otros cuerpos de agua no fueron tan abundantes como los de la laguna Yalca, los valores promedios obtenidos en todas ellas coinciden con los valores del mismo mes en la laguna de referencia. Esto indica que el ciclo reproductivo de las tarariras que habitan las otras lagunas analizadas seguiría en términos generales al descrito para los ejemplares estudiados en la laguna Yalca (Figura 6.3.3.1).

También se observa en la figura referida, que al igual que en Yalca, la mayor dispersión de los valores se registra en los meses cálidos, cuando ocurre el período reproductivo y las gónadas sufren los mayores cambios. En estos meses se registra un solapamiento de individuos con gónadas maduras, en maduración final y desovadas.

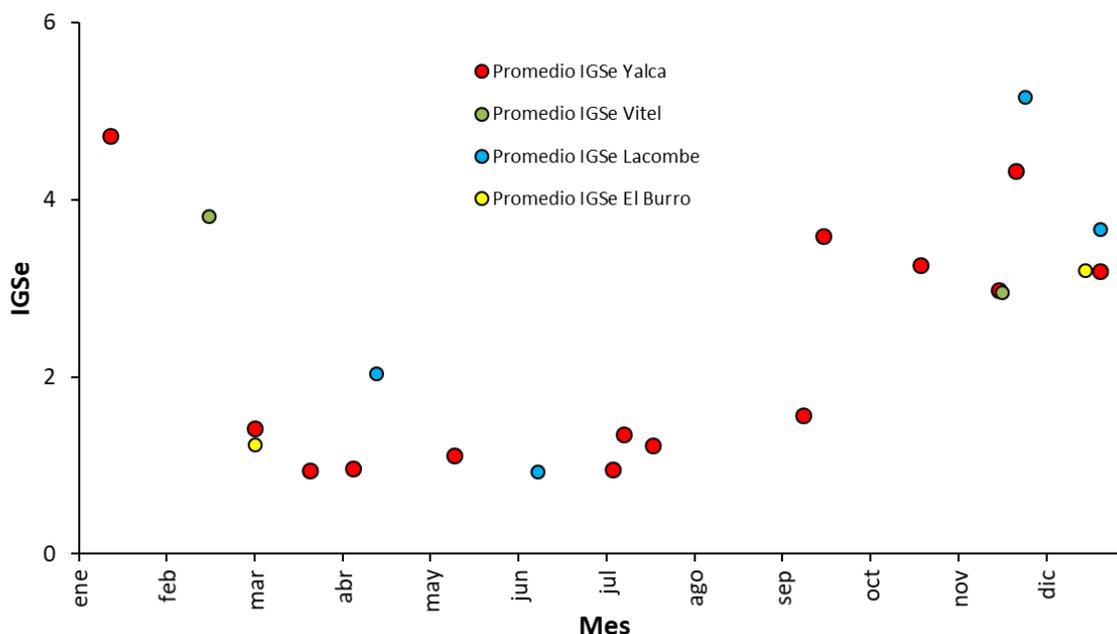


Figura. 6.3.3.1 Valores de IGSe de hembras individuales y promedio con sus respectivos desvíos de ejemplares capturados en la laguna Yalca y valores promedio de IGSe en otras lagunas de la cuenca baja del río Salado.



En los machos en cambio, el IGSe reflejó una escasa fluctuación en el peso relativo de la gónada durante el ciclo anual. Los valores promedio de IGSe para machos fueron muy bajos, si se los compara con los valores promedio de las hembras, oscilando entre 0,10 y 0,40 y con desvíos constantes, durante todo el ciclo. Cabe resaltar que los ejemplares machos de la laguna Yalca no presentaron un patrón estacional en el desarrollo de la gónada. Sin embargo, en las lagunas testadas, si se puede observar un esquema estacional que acompaña al de las hembras. Donde los valores promedio en los meses cálidos son incluso mayores a los observados en los machos de la población de tarariras de la Yalca y disminuyen hacia los meses fríos (Figura 6.3.3.2).

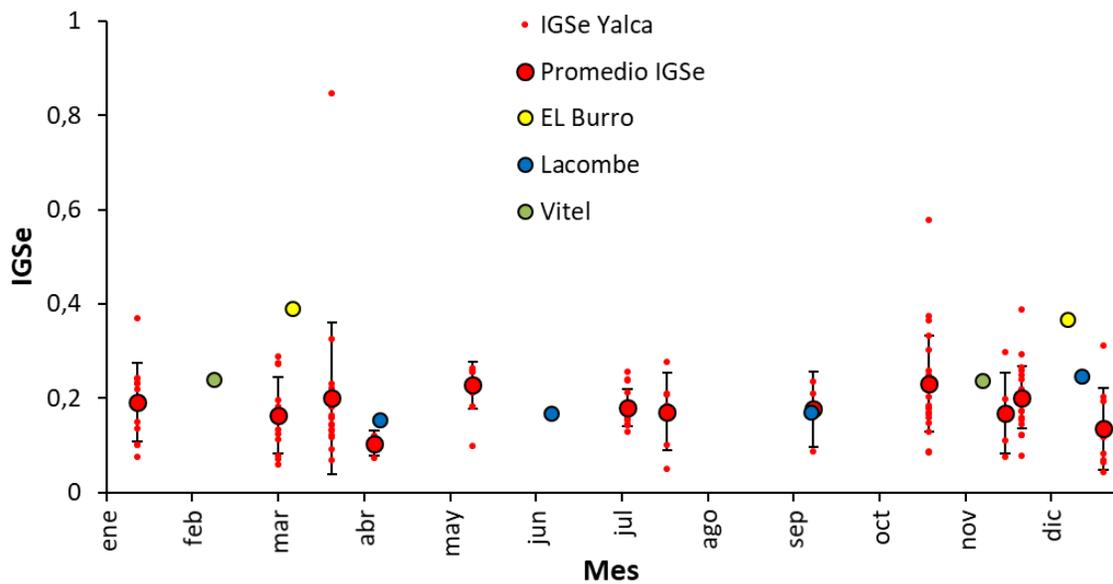


Figura. 6.3.3.2. Valores de IGSe de machos individuales y promedio con sus respectivos desvíos de ejemplares capturados en la laguna Yalca y valores promedio de IGSe de las lagunas testadas de la cuenca baja del río Salado.

El Kne de ambos sexos en las lagunas testadas presentaron generalmente valores promedio por encima de los encontrados en los ejemplares de la laguna Yalca. Para las hembras se observa que los máximos valores promedio corresponden a individuos capturados en otoño en la laguna Lacombe. En el caso de los machos los valores de Kne de las lagunas testadas mostraron las mayores distancias respecto de los promedios encontrados en la laguna Yalca



Los valores promedio del ISS para hembras del resto de las lagunas generalmente fueron menores a las registradas en la laguna Yalca. Se observa que las variaciones a lo largo del ciclo anual, acompaña a los cambios observados en la laguna Yalca, registrándose las mayores diferencias hacia finales de primavera. Posiblemente esto ocurre debido al importante cambio en el peso visceral que genera la maduración del ovario. Para los machos no se observa variaciones importantes de este índice ni en el ciclo anual ni entre cuerpos de agua. El patrón observado en el ciclo anual de este índice, en hembras, fue opuesto al presentado por el IGSe. Entre los meses de marzo y julio, los valores del índice fueron altos, constantes y poco dispersos. En cambio, entre septiembre y febrero los valores resultaron más bajos y con una gran dispersión.

El IHS presentó valores medios similares en ambos sexos. En general estos valores fueron siempre mayores a los registrados en la población de tarariras de la laguna Yalca. Sin embargo, cabe resaltar que en todas las poblaciones presentaron un patrón similar de distribución temporal, con valores máximos entre mayo y julio. La dispersión de los datos fue mayor en hembras que en machos, en las lagunas testadas, (Figura 6.3.3.3).



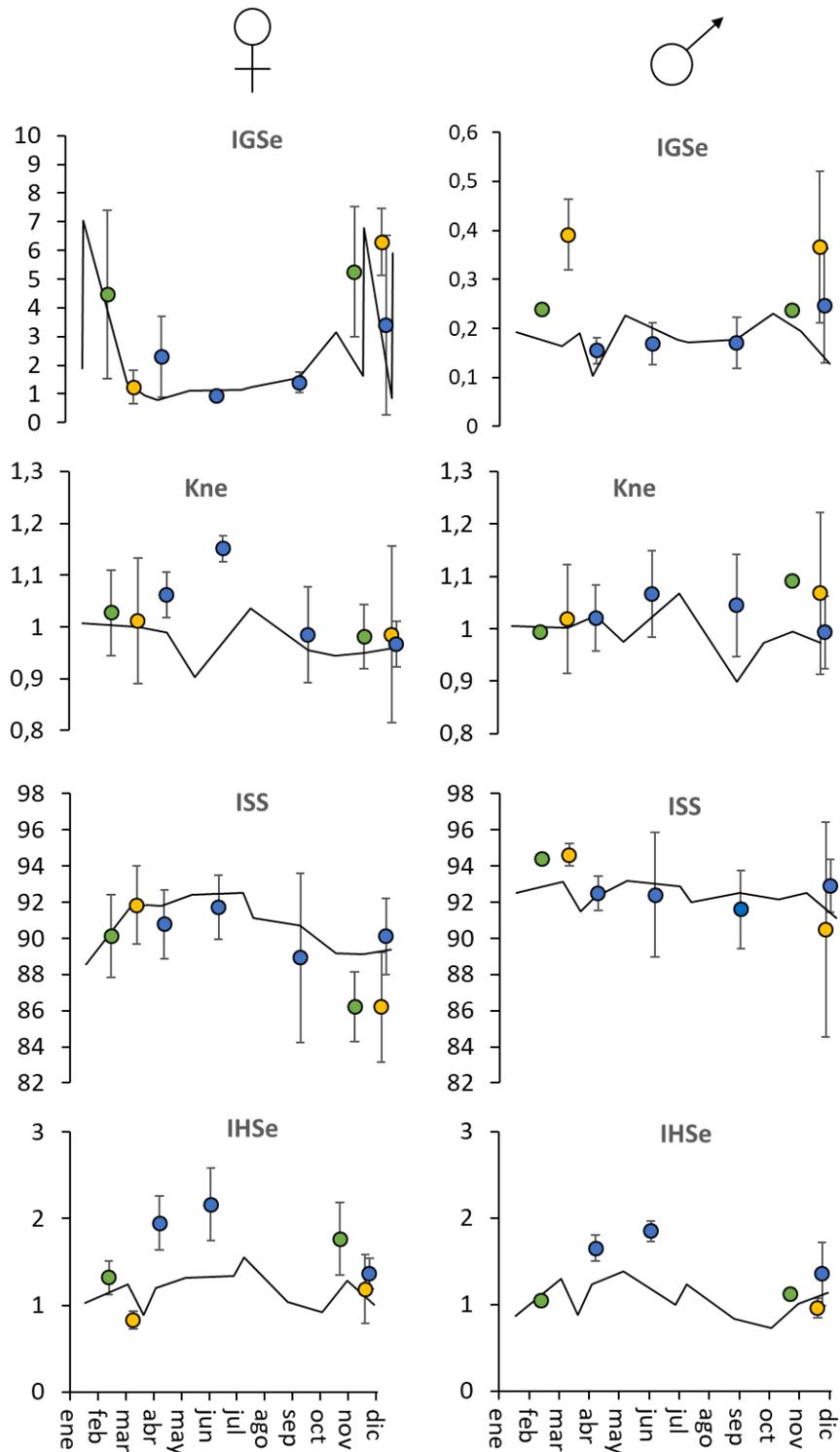


Figura. 6.3.3.3. Distribución de los valores promedio de los índices biológicos analizados en las lagunas testeadas, (Amarillo: EL Burro; Celeste: Lacombe; Verde: Vitel) con sus desvíos estándar (líneas verticales), por sexo de los índices analizados durante un ciclo anual La línea continua (negra) expresa los valores promedio registrados en la laguna Yalca.



6.4- Discusión y conclusiones

Durante el período de estudio se obtuvieron capturas en más del 92% de los muestreos realizados, siendo del 100% en Yalca, Lacombe y el Burro, por lo tanto, esta especie puede ser considerada común en el área de trabajo. Según los valores promedio de CPUE, la laguna Yalca presentó los registros más alto, seguidos por el Burro, Lacombe, Vitel y Chascomús. Probablemente la CPUE mayor observada en la laguna Yalca, se deba a que la laguna que no se encontraba sometida a ningún tipo de extracción por pesca durante el período que abarcó el estudio.

Considerando, que las relaciones que puedan hallarse respecto a la abundancia de las especies de peces, representan una herramienta importante para la ecología de poblaciones por el rol que cumplen los mismos en el ecosistema (Begon et al., 1998), es de destacarse que las capturas más abundantes se obtuvieron en los meses de primavera y verano en la mayoría de los sitios muestreados. Esto coincide con la mayor actividad reproductiva y alimenticia, por lo cual podría estar vinculado al movimiento de los adultos en la búsqueda de lugares para anidar y tornándolos más vulnerables a los artes de pesca. Además, teniendo en cuenta que el arte de pesca que presentó la mayor captura, fue el espinel, se puede considerar que los cambios en la CPUE durante el ciclo anual tienen también una relación directa con la actividad trófica.

Por otra parte, tal como lo documentan varios autores (Matkovic, 1989; Agostinho y Julio jr., 1999; Rosso, 2006), la tararira prefiere zonas vegetadas para el desove, cría y refugio de juveniles. Además, las áreas vegetadas le generan lugares propicios para cazar al acecho. En este sentido, y dada la importancia que las áreas vegetadas presentan para la especie, se podría asociar la CPUE al desarrollo de vegetación acuática de cada cuerpo de agua. En efecto, en las lagunas donde la CPUE resultó mayor, se registró un área vegetada superior al 60% del cuerpo de agua, mientras que en Chascomús y Vitel, con un 14% y 7%, respectivamente de cobertura vegetal se registraron las menores CPUE.

Por otro parte, el uso intensivo del suelo por la agricultura y la ganadería, está asociado a la presencia de pesticidas, que generan malformaciones y disfunciones fisiológicas en la especie (Urduñeta et al., 1995). En este punto no puede dejar de



tenerse en cuenta la creciente urbanización producida en los últimos 30 años sobre las lagunas de Chascomús y Vitel. Esto ha provocado un deterioro progresivo y constante del ecosistema lagunar y por consiguiente un perjuicio en la fauna autóctona local (Giusti et al., 2020), que puede también haber influido en los bajos valores de CPUE de las lagunas mencionadas. De hecho, según Rosso (2006) la urbanización promueve fenómenos de anoxia que limitan el desarrollo de poblaciones de la tararira. Como contrapunto y confirmando la naturaleza multicausal de las diferencias encontradas entre la CPUE de las lagunas analizadas y tratar de interpretarlas, vale decir que Yalca y en segundo lugar El Burro, son las lagunas que presentan el menor desarrollo urbano.

En relación a las tallas representadas en las lagunas, si bien se han empleado una variedad de artes de pesca que permitieran la captura de una gran amplitud de tallas, no se pudieron obtener tallas por debajo de los 250 mm. Estos resultados coinciden con lo expresado en los numerosos informes técnicos sobre relevamiento de la íctiofauna en las lagunas de la provincia de Buenos Aires, realizados por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca provincial. En dichos informes, tampoco se registraron ejemplares juveniles, incluso empleando redes de arrastre, trampas y ranios similares a las empleadas en esta tesis e incluso baterías de redes agalleras con aberturas de mallas inferiores. Una posible explicación a este fenómeno, es que si bien se han empleados una gama de artes que permitiesen capturas de tallas inferiores a las registradas, no se muestrearon en los lugares donde frecuentan los juveniles de tarariras. Lo cual que hace suponer que los ejemplares de juveniles presentan un nicho ecológico diferente al de los adultos y que según Bialetzki et al. (2002) estaría restringido a ambientes de escasa profundidad, con abundante vegetación donde encuentran refugio y alimento apropiado. Además, el uso diferencial del espacio por parte de los ejemplares juveniles y adultos dentro de un ambiente restringido, como lo es una laguna, podría evitar el canibalismo frecuentemente registrado para esta especie, (Rosso, 2006).

Una cuestión relevante que merece ser comentada es que en todas las lagunas estudiadas se observa un grupo de tamaños claramente dominante sobre el resto de los individuos de otras tallas lo cual es un indicador de que los



reclutamientos anuales de la especie son muy variables en número de individuos y que ello dependería de las condiciones particulares en que le tocaría desarrollarse a cada cohorte en cada cuerpo de agua. En otras especies se observó que la existencia de varias clases de tallas, demuestran que las lagunas que soportan la presencia de más de un grupo etario coexistiendo en tiempo y espacio, indican que los ambientes presentan condiciones propicias para el desarrollo de la especie (Orsi et al., 2004 y Martins, 2009), aunque en el caso de las tarariras resulta evidente que dichas condiciones pueden resultar más o menos favorables de año en año.

Las proporciones entre varios grupos etarios de una población determinan el estado reproductivo actual de esa población y podrían ser predictivas (Odum, 1988), pero en condiciones ambientales estables. Por lo tanto, una población con crecimiento rápido contaría con una gran cantidad de individuos jóvenes, en tanto una población en declive, presentara una mayor cantidad de individuos adultos. En este sentido, la población de tarariras halladas en El Burro, presentan una estructura de tallas, con una moda que se ajustan en su mayoría a ejemplares entre 1 y 2 años de edad. En tanto, las tarariras de la laguna Yalca, presentan modas con tallas en 310 mm, correspondiente a una edad próxima a los dos años de edad. Luego, Vitel, presenta una población cercana a los 3 años, con moda de 370 mm y Lacombe, con moda de 400 mm, con edades que se hallarían entre los 3 y 4 años. Según lo expresado anteriormente, la población del Burro, caracterizada por los ejemplares más jóvenes presentaría la población que se encontraría con mayor capacidad y condiciones favorables para el crecimiento y mantenimiento de la población. En cambio, Lacombe sería la laguna que presentaría la población de tarariras más inestable por presentar en su mayoría ejemplares adultos más longevos. Las poblaciones de la Yalca y Vitel se encontrarían en una condición intermedia. Sin embargo, considerando lo mencionado en el párrafo anterior, en una región tan cambiante como la pampásia, las diferencia entre poblaciones pueden también estar vinculadas a factores ambientales que inciden sobre el ecosistema en general, de manera que una interpretación de las estructuras de tallas basadas en el supuesto de equilibrio no sería la más adecuada para comprender las diferencias mencionadas. Entonces, partiendo de la base de que las estructuras de tallas y



etarias de las poblaciones de las lagunas muestreadas fueron claramente diferentes se puede aceptar que la dinámica poblacional de la especie en cuerpos de agua cercanos estaría fuertemente influida por factores intrínsecos de cada uno de ellos (refugio, alimentación, áreas de cría), incluido el manejo pesquero. En este sentido la actividad pesquera recreativa intensa que se da en El Burro podría explicar la ausencia de tallas grandes.

Según los valores de IGSe en hembras registrados en los ambientes testeados, se observa una elevada sincronización con respecto al periodo reproductivo descrito en detalle mediante este índice en la Yalca. En todas las lagunas, los valores de IGSe correspondientes a hembras maduras se extendieron de septiembre a febrero, con valores máximos del índice en los meses de noviembre a enero, y valores siempre bajos durante los meses de marzo a agosto. En los machos, los cambios sufridos en el desarrollo de la gónada no son tan evidentes como en las hembras, sin embargo, se observa que, en todas las lagunas testeadas, los valores promedio de IGSe se incrementan durante los meses cálidos y disminuyen hacia los meses fríos. Incluso los valores promedio de las lagunas testadas durante los meses cálidos, son mayores a los máximos valores individuales registrados en la población de la Yalca para el mismo mes.

El ciclo anual reproductivo observado en las lagunas evaluadas, como así también los máximos valores registrados del IGSe como indicadores de una maduración final de las gónadas podrían tener su explicación en aquellos factores que modulan los aspectos reproductivos de las especies y que operan a nivel regional como la temperatura, las horas luz y las precipitaciones en la zona de estudio. Asimismo, las variaciones referidas se relacionaron con los cambios de factores ambientales críticos como luz y temperatura como fue registrado para otros teleósteos en los que se probó su capacidad para regular la actividad sexual (Endall et al., 2000; Hansen et al., 2001; Garcia-Lopez et al., 2006; Leveque, 1997; Quintana et al., 2004; Charnov y Gillooly, 2004).

Los valores promedios de Kne en las lagunas testeadas fueron en general superiores a los registrados para la laguna Yalca, indicando que en dichas poblaciones los ejemplares de tararira se encuentran por encima de cierta condición



estándar y por lo tanto presentan una mejor condición. Esto, en cierto punto sugiere un mejor acceso al recurso alimentario y/o una mejor asimilación del aporte energético, aunque no puede dejar de considerarse en este punto que Yalca tuvo las mayores CPUE y por consiguiente esto podría implicar densidades poblacionales más altas y por consiguiente mayor competencia por los recursos, lo cual impactaría sobre la condición.

Haciendo un análisis integral de los índices, puede observarse que las variaciones en peso de la porción somática parecen mantenerse estables, no solo a lo largo del año, sino también al comparar entre lagunas. En el caso del IGSe e IHSe, se observaron diferencias mayores entre las tarariras de las distintas lagunas muestreadas, aunque, los patrones estacionales de variación parecieran ser los mismos. Esto también se refleja en el Kne que entonces, estaría reflejando en sus variaciones que los cambios que experimentan los individuos ocurren en mayor medida en sus compartimentos viscerales. La observación referida reviste particular interés y merecería ser investigada con mayor detalle, ya que sugiere que la especie no acumularía reservas en la porción somática del cuerpo e invertiría su energía incorporada en reproducción y/o crecimiento dependiendo del momento del año.



Capítulo 7

Integrador. Consideraciones finales

El estudio realizado permite establecer ciertas particularidades en lo que respecta a la dinámica de las poblaciones de tararira en las lagunas pampeanas. Una de las características más relevantes del funcionamiento es que se encuentra regido de manera global fundamentalmente por factores denso-independientes entre los que se destacan la inestabilidad hídrica propia de la región, la temperatura, y las horas luz. Estas variables ambientales no solo determinan que los fenómenos poblacionales no resulten similares, año a año, sino que también son las que limitan la distribución geográfica de la especie precisamente en la región pampeana. Prueba de ello son los resultados registrados en este trabajo, el cual comenzó promediando un período de aguas altas en el cual se observaron poblaciones bien establecidas de tararira en las lagunas donde se realizaron los muestreos, observándose en ese momento, estructuras de talla poblacionales compuestas por individuos de tallas variadas, pero siempre con un grupo de tamaños dominante, y una notable escasez de tarariras mayores a cierta talla. Esto da la pauta de la existencia de reclutamientos disímiles en número de ejemplares durante las temporadas reproductivas y que además ocurren eventos que afectan profundamente a la sobrevivencia de la especie. De hecho, la importante mortandad a nivel regional, documentada en los muestreos del invierno de 2007 y ocurrida a raíz de fríos excepcionales combinados con el inicio de un período seco en la pampásia, dieron prueba de la fuerte influencia que tienen la temperatura y la hidrología sobre la estructura y funcionamiento de las poblaciones de la especie en la región. De hecho, después de esto, la abundancia de la especie se redujo a tal punto que resultó inviable el seguimiento de las poblaciones dado que las posibilidades de captura se redujeron a niveles que con el mismo esfuerzo pesquero de los muestreos previos resultaba imposible obtener al menos un ejemplar. Esta



fuerte influencia de las variables ambientales que genera inestabilidad sobre las poblaciones de tarariras, de alguna manera es compensada por las características bio-ecológicas de la especie, que, a pesar de lo descripto, igualmente se destaca como un componente habitual de la íctiofauna pampeana. En este sentido, el análisis integral de los resultados obtenidos y las observaciones realizadas durante el estudio, permiten realizar algunas observaciones que explicarían al menos en parte, porque a pesar de la hostilidad que presenta recurrentemente el ambiente para la especie, igualmente es capaz de sostener poblaciones viables. Algunas de las claves para que ocurra esto sería la abundancia de alimento disponible en las lagunas que es sabido son altamente productivas y que como consecuencia poseen una alta densidad de peces que no están sometidas a una depredación tan intensa por parte de otras especies de peces o aves ictiófagas, cuyas estrategias de alimentarias son bien diferentes a la de *H. argentinensis*. Esto no es un dato de menor importancia ya que la abundancia de presas garantiza una oferta de alimento permanente y accesible, que tomaría un rol fundamental durante los períodos en los cuales el ambiente resulta favorable para la tararira. En este sentido, la cuestión planteada se relacionaría fuertemente con otra particularidad biológica que experimenta la especie en las lagunas pampeanas y que resultaría de relevancia para sostener a sus poblaciones, que son el crecimiento y la reproducción. A diferencia de lo registrado en otras latitudes, aquí el crecimiento ocurre cada año en un corto período de tiempo en la que los individuos experimentan grandes incrementos de talla alcanzando longitudes mayores a las observadas en lugares ubicados más al norte. Además, en el caso de los peces, un crecimiento rápido está asociado a una maduración sexual a más corta edad y obviamente a una mayor fecundidad. Estos aspectos resultarían claves, para el desarrollo y sostenimiento de poblaciones en la región, a partir de la posibilidad de producir abundante número de individuos durante secuencias de años con inviernos moderados e hidroperíodos húmedos. Si bien el trabajo realizado no abarcó un período completo de aguas altas, tuvo inicio promediando uno de ellos, en el cual la abundancia de tarariras en la región sostenía tanto pesquerías artesanales como deportivas-recreativas. Luego continuó durante la ocurrencia de un período seco y frío en el que se verificó la



reducción de la densidad poblacional a un punto tal que condujo al colapso de las pesquerías. Estas observaciones junto a los resultados de los análisis realizados en el estudio, posibilitan plantear dos estados funcionales para las poblaciones de tararira en la pampásia, en los cuales los factores ambientales tendrían una relevancia fundamental. En consecuencia, durante períodos caracterizados por secuencias de años con aguas relativamente altas (lo cual modera también el efecto de las bajas temperaturas) la especie tendría la posibilidad de desarrollar poblaciones con buena representación porcentual en la biomasa del ensamble de peces, ejerciendo con mayor intensidad el rol de depredador tope. Bajo estas circunstancias, la interacción entre individuos de esta especie, así como su efecto sobre el funcionamiento del ecosistema sería mayor. Mientras que en secuencias de años secos en los cuales hay menor disponibilidad de espacio y la vulnerabilidad a las bajas temperaturas es mayor, sus densidades poblacionales caerían drásticamente quedando representadas por escasos individuos capaces de refundar poblaciones mejor representadas durante el advenimiento de condiciones ambientales favorables.

Esta dinámica, polarizada en ciclos plurianuales, posee fuertes implicancias socioeconómicas ya que durante el estudio se pudo observar el apogeo y ocaso de pesquerías basadas en la especie. De hecho, solo durante parte del ciclo de aguas altas, las pesquerías de la especie tanto a nivel artesanal como deportivo-recreativo tomaron relevancia en la región. De hecho, la dinámica poblacional planteada, sería una de las principales razones por la cual la tararira a pesar de su alto atractivo para la pesca y la calidad de su carne nunca ha desarrollado pesquerías e infraestructuras asociadas al turismo como ocurre con el pejerrey en las lagunas pampeanas.

Considerando los resultados obtenidos en esta tesis, se está en condiciones de decir que la gestión de la pesca de tararira en las lagunas pampeanas debería contemplar el potencial de factores denso-independientes como la principal fuerza de la regulación de abundancia de las poblaciones y por consiguiente la modelización de la dinámica poblacional debería contemplar a las temperaturas mínimas promedio y los hidroperíodos como forzantes clave para realizar



predicciones y en función de ello generar las regulaciones pesqueras. Tal respuesta demográfica puede abrir preguntas importantes con respecto a las aplicaciones que regulan la pesca teniendo en cuenta que las poblaciones de tarariras pueden reaccionar y recuperarse en base a la posibilidad de sufrir el efecto Allee (Gascoigne y Lipcius, 2004; Fowler y Ruxton, 2002). Dicho fenómeno, ocurre cuando poblaciones de peces quedan diezmadas durante aquellos años donde los inviernos son secos y fríos. El desafío de los administradores pesqueros es generar normas para hacer frente a la alta variabilidad de las poblaciones debido a factores naturales y a aquellos productos de la pesca comercial ilegal con el objetivo de procurar una sustentabilidad del recurso y responder a las demandas de los pescadores. Los esfuerzos futuros deben dirigirse para recabar información basada en los mecanismos de reclutamiento y su relación con los patrones de crecimiento y densidad poblacional dirigidos a maximizar el rendimiento de la pesca.



Bibliografía

Agostinho, A. A., Júlio Junior, H. F. 1999. Peixes da bacia do alto rio Paraná, p. 374-400. In: R.H. LOWE-MCCONNELL (Ed.). Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Edusp, 535 pp.

Agostinho, A. A., Pelicice, F. M., Gomes, L. C. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4, Suppl.), 1119 - 1132. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500019>

Aguirre, H. 2000. Aspectos biológicos y ecológicos del salmonete de fango *Mullus barbatus* L. 1758 y del salmonete de roca *Mullus surmuletus* L 1758, del Mediterráneo Noroccidental. Tesis doctoral. Universidad Politecnica de Cataluña. 261 pp.

Alikunhi, K. H. 1966. Synopsis of biological data on common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus), 1758 (Asia and the Far East). *FAO Fish. Synop.* 31(2): 39 .

Amezagan-Herrán, R., 1988. Análisis de contenidos estomacales en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología, 63. Informes técnicos. Instituto español de Oceanografía. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 74 pp.

Amundsen, P. A., Gabler H. M. Staldivik F. J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data - modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.* 48: 607 -614.

Araújo-Lima, C. A. R. M., Bittencourt, M. M. 2001. A reprodução e o início de vida de *Hoplias malabaricus* na Amazônia Central. *Acta Amazônica* 31(4): 693 - 697.

Ardohain, D. M. 2008. Respuesta del zooplancton en su estructura y dinámica a factores clave en una laguna arreica (pcia. de Buenos Aires). Tesis doctoral N° 961. Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). 272 pp.



Atencio-García, V. J., Kerguelen-Durango, E., Cura Dorado, E., Rosado Carcamo, R., Vallejo, A., Valderrama, M. 2005. Régimen alimentario de siete especies ícticas en el embalse de la hidroeléctrica Urrá (Córdoba, Colombia). *Revista MVZ Córdoba*, 10(2): 614 - 622.

Assis, C. 1996. A generalized index for stomach contents analysis in fish. *Sci. Mar.* 60: 385 - 389.

Azevedo, P., Gomes, A. L. 1943. Contribuições ao estudo da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974), *Boletim de indústria animal*, V. 5, 15 - 64.

Azpelicueta, M. M., Benítez, M. F., Aichino, D. R., Mendez, C. M. D. 2015. A new species of the genus *Hoplias* (Characiformes, Erythrinidae), a tararira from the lower Paraná River, in Misiones, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana*, 59: 71 - 82.

Baigún, C. R. M., Colautti, D. C., Balboni L., Berasain, G., Remes Lenicov, M., Argemi F. 2006. Diagnósis para el desarrollo y manejo de pesquerías artesanales en lagunas del partido de Chascomús. *Comision de Investigaciones Cientificas*, 50 pp.

Balboni, L., Colautti, D. C., Baigún, C. R. M. 2009. Cambios en los índices biológicos de la tararira, *Hoplias malabaricus*, (Bloch, 1794) en un ciclo anual en la laguna Yalca, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Biología Acuática*, 26: 7 - 17.

Balboni, L., Colautti, D. C., Baigún, C. R. M. 2011. Biology of growth of *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) in a shallow pampean lake (Argentina). *Neotropical Ichthyology*, 9: 437 – 444.

Barbieri, G. 1989. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na represa de Monjolinho, São Carlos, SP. *Revista Brasileira de Zoologia* 6(2): 223 - 233.

Barbieri, G., Verani, J. R., Barbieri, M. C. 1982. Dinâmica quantitativa da nutrição de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae), na Represa do Lobo (Brotas-Itirapina/SP). *Revta bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 42 (2): 295 - 302.



Barton, B. A., Morgan, J. D., Vijayan, M. M. 2002. Physiological and condition-related indicators of environmental stress in fish. In: Adams, S.A., ed. Biological indicators of aquatic ecosystem health. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. 111 - 148 pp.

Beamish, R. J. 1973. Design of a trapnet with interchangeable parts for the capture of large and small fishes from varying depths. J. Fish. Res. Board Can., 30, 587 - 590.

Begon M., Harper, J. L., Townsend, C. R. 1998. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Science, Boston.

Benítez, H. H., Claps, M. C. 2000. Zooplankton de una laguna pampásica (Monte) y su afluente (El Totoral). Caracterización estructural en un ciclo anual. Diversidad y Ambiente 1: 87 - 96.

Berasain, G. E., Colautti, D. C., Remes Lenicov, M., Velasco, C. A. 2005. Variaciones estacionales e históricas de las especies ícticas de la laguna Chascomús. Biología Acuática 22:47 - 58.

Berasain, G. E., Colautti, D. C., Lenicov, M. R., Argemi, F., Bohn, V.Y., Miranda, L.A. 2015. Impact of water salinity on *Odontesthes bonariensis* (Actinopterygii, Atherinopsidae) fisheries in Chasicó Lake (Argentina) Hydrobiologia 752 (1)167 pp.

Bertollo, L. A. C., Born, G. G., Dergam, J. A., Fenocchio, A. S., Moreira-Filho, O. 2000. A biodiversity approach in the Neotropical Erythrinidae fish, *Hoplias malabaricus*. Karyotypic survey, geographic distribution of cytotypes and cytotaxonomic considerations. Chromosome Research, 8, 603 - 613.

Betancur-Vásquez, B., Humanez, J. C., Olaya-Nieto, C. W., Tordecilla-Petro, G., Sánchez-Banda, S. E., Segura-Guevara, F. F., Brú-Cordero, S. B. 2004. Tallas y edades de madurez sexual del moncholo (*Hoplias malabaricus* Bloch 1794) en la Ciénaga Grande de Lorica (Colombia). CIVA; 290 - 296.

Bialecki, A., Nakatani, K., Sanchez P. V., Baumgartner G. 2002. Spatial and temporal distribution of larvae and juveniles of *Hoplias malabaricus* (Characiformes,



Erythrinidae) in the Upper Paraná River Floodplain, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 62: 211 - 222.

Bistoni, M. A., Haro, J., Gutiérrez, M. 1995. Feeding of *Hoplias malabaricus* in the wetlands of Dulce river (Córdoba, Argentina). Hydrobiologia 316: 103 - 107.

Blackwell, B. G., Brown, M. L., Willis D. W. 2000. Relative weight (W_r) status and current use in fisheries assessment and management. Reviews in Fisheries Science, 8: 1 - 44.

Bolger, T., Connolly, P. L. 1989. The selection suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. Journal of Fish Biology, 34: 171 - 182.

Boltovskoy, A., Dippolito, A., Foggetta, M., Gómez, N., Alvarez, G. 1990. La laguna Lobos y su afluyente: limnología descriptiva, con especial referencia al plancton. Biología Acuática 14: 3 - 38.

Borek, K. W., Sapota, M. R. 2005. Breeding characteristics of the sand Gob. (*Pomatoschistus minutus*), one of the most abundant goby species in the coastal waters of the Gulf of the Gdansk region (Southern Baltic Sea). Oceanological and Hydrobiological Studies XXXIV: 47 - 55.

Braun, A. S. 2005. Biologia reprodutiva e identificação do uso de lagoa marginal como sítio de reprodução para espécies dominantes da ictiofauna da Lagoa do Casamento, sistema nordeste da Laguna dos Patos, RS. 145pp. Tese (Doutorado em Zoologia)- Curso de Pós-graduação em Zoologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Braun, A. S. Fontoura N. F. 2004. Reproductive biology of *Menticirrhus littoralis* in southern Brazil (Actinopterygii: Perciformes: Sciaenidae). Neotropical Ichthyology, 2: 31 - 36.

Breck, J. E. 1993. Foraging theory and piscivorous fish: are forage fish just big zooplankton? Trans. Amer. Fish. Soc. 122: 902 - 911.



Brower, J. E., Zar, J. H. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.

Cabral, H. N. 1998. Utilização do estuário do Tejo como área de viveiro pelos linguados, *Solea solea* (L, 1758) e *Solea senegalensis* Kaup, 1858, e robalo, *Dicentrarchus labrax* (L, 1758). Ph.D. thesis, University of Lisbon. 396 pp.

Calvo, J., Morriconi, E., Lagreca, M. 1966. Estudios ictiológicos: Desarrollo gonadal. En: Trabajos Técnicos, 2da. Etapa (1966). Convenio Estudio Riqueza Ictícola. La Plata (mimeografiado).

Caramaschi, E. M. P. 1979. Reprodução e alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP) (Osteichthyes Cypriniformes, Erythrinidae). São Carlos, 144 pp. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos.

Cardoso, Y. P., Rosso, J. J., Mabragaña, E., González Castro, M., Delpiani, S. M., et al. 2018. A continental-wide molecular approach unraveling mtDNA diversity and geographic distribution of the Neotropical genus *Hoplias*; Public Library of Science; Plos One; 13; 8; 13-8-2018; 1 – 25.

Chellappa, S., Bueno, R. M., Chellappa, T., Chellappa, N. T., Val, V. M. F. A. (2009). Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semi-arid Brazilian reservoirs. *Limnologica*, 39(4), 325-329. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2009.06.003>

Chang, B. D., Navas, W. 1984. Seasonal variation in growth, condition and gonads of *Dormitator latifrons* (Richardson) in the Chone River basin. Ecuador. *Journal of Fish Biology*, 24: 637 - 648.

Chapman, D. W. 1978. Production (202-2017). In: Timothy Bagenal (ed.) *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP Handbook N°3. Blackwell Scientific Publications, 365 pp.

Charnov, E. L., Gillooly, J. F. 2004. Size and temperatura in the evolution of fish life histories. *Integrative and Comparative Biology* 44: 494 - 497.



Chesson, J. 1978. Measuring preference in selection predation. *Ecology*, vol. 58. 211-215. <http://dx.doi.org/10.2307/1936364>

Chi Fu Yeh, 1977. Relative selectivity of fishing gear used in large reservoir in Texas. *Trasns. Am. Fish. Soc.*, 106, (4): 309 - 313.

Chornomaz, E. M., Etchepare, M. E, Escaray, R. V., Bustingorry J. F., Conzonno, V.H. 2002. Efectos de la inundación ocurrida durante el año 2001 sobre la laguna de Chascomús (Pcia. de Buenos Aires): 53-59 en: Fernández Cirelli, A & G Chalar Marquisá (eds.). *El agua en Iberoamérica. De la limnología a la gestión en Sudamérica*. Buenos Aires: CYTED XVII, Centro de estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias.

Claps M., Benítez, H., Gabellone, N. 2002. Vertical distribution of zooplankton in a pampasic shallow lake (Argentina). *Verh. Inter. Ver. Limnol.* 28: 1032 - 1036.

Cogollo-Bula, A., Rodríguez-Peroza, B., Olaya-Nieto, C. W., Mercado-Silgado, J. 2001. Conducta reproductiva del moncholo (*Hoplias malabaricus*) en condiciones naturales, p. 28. En *Memorias VI Simposio Colombiano de Ictiología*.

Colautti, D. C. 1997. *Ecología de la carpa *Cyprinus carpio* en la cuenca del río Salado, provincia de Buenos Aires*. Tesis N°685, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), 215 pp.

Colautti, D. 1998. Sobre la utilización de trampas para peces en las lagunas pampásicas. *Revista de Ictiología*, 6(1/2): 17 - 23.

Colautti, D., Remes Lenicov M., Gómez N., Claps M. 1998. Mortandad de peces en el arroyo San Miguel (Partido de Pila, Provincia de Buenos Aires). *Gayana Zoologica*, 62: 191 - 197.

Colautti, D, Remes Lenicov, M., Berasain G. 2003 Vulnerabilidad del pejerrey *Odontesthes bonariensis*. La pesca deportiva, en función de su condición. *Biología Acuática*, N° 20.



Colautti, D. C., Garcia de Souza, J. R., Balboni, L., Baigún, C. R. M. 2010. Extensive cage culture of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) in a shallow pampean lake in Argentina. *Aquaculture Research* 41: 376 - 384.

Colautti, D. C., Baigún, C. R. M., Llompart, F., Maiztegui, T., Garcia De Souza, J. R., Solimano P., Balboni, L., Berasain G. 2015. Fish assemblage of a Pampean shallow lake, a story of instability. *Hydrobiologia*. vol. 752 p. 175 - 186.

Conzonno, V., Miretzky, P., Cirelli, A. 2001. The impact of man-made hydrology on the lower stream bed of the Salado River drainage basin (Argentina). *Environmental Geology*. 40. 968-972. 10.1007/s002540100264.

Cordini, I. R. 1938. La laguna de Chascomús (Provincia de Buenos Aires). Contribución a su conocimiento limnológico. *Bol. Dción. Minas y Geol.*, (44): 1 - 33.

Costa Novaes, J. L., Carvalho, E. D. 2011. Population structure and stock assessment of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) caught by artisanal fishermen in river-reservoir transition area in Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 71-83. Retrieved December 21, 2020, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442011000100006&lng=en&tlng=en.

Costello, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36: 261 - 263.

Cussac, V. E., Fernández, D. A., Gómez S. E., López H. L. 2009. Fishes of southern South America: a story driven by temperature. *Fish Physiol. Biochem.*, 35: 29 - 42.

Dangaus, N., Blasi, A., Mormeneo, M., Gaillard, M., Burakowsky, R., 1990. Estudio geológico de la Laguna de Lobos, Partido de Lobos, Provincia de Buenos Aires. Centro de investigación de suelos y aguas de uso agropecuario. (CISAUA) Conv. UNLP - MAAP.



Dangavs, N. V., Blasi, A. M., Merlo, D. O. 1996. Geolimnología de la laguna Chascomús, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista Mus. La Plata (NS), Geología XI. (113): 167 - 195.

Dangavs, N., Mormeneo, M. L. 2012. Geolimnología y Paleolimnología de la laguna Adela, Chascomús, Buenos Aires, Argentina. Revista del Museo de La Plata, Secc. Geol., 13 (116): 1 - 26.

Dangavs, N. V. 1976. Descripción sistemática de los parámetros morfométricos considerados en las lagunas pampásicas. Limnobiós 1 (2): 35 - 59.

Diovisalvi, N., Berasain, G., Unrein, F., Colautti, D., Fermani, P., Llamas, M., Torremorell, A., Lagomarsino, L., Pérez, G., Escaray, R., Bustingorry, J., Ferraro, M., Zagarese, H. 2010. Chascomús: estructura y funcionamiento de una laguna pampeana turbia. Ecología Austral 20: 115 - 127.

Domanico, A. 1998. Edad y Crecimiento de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Bloch, 1794) (Teleostei, Erythrinidae) en la laguna de San Miguel del Monte (Argentina) y comparación con otros ambientes lenticos pampásicos. Hidrobiología. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", VIII, (4): 31 - 41.

Dománico, A., Delfino, R., Freyre L. 1993. Edad y crecimiento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Teleostei, Erythrinidae) en la laguna de Lobos. Iheringia, Série Zoología, 74: 141 - 149.

Drago, F.B. 2004. Dinámica estacional y ecología de las poblaciones de parásitos del pejerrey, *Odontesthes bonariensis* (Cuvier & Valenciennes, 1835), en lagunas de la provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.

Drago, E., Quirós, R. 1996. The hydrochemistry of the inland waters of Argentina; a review. International Journal of Salt Lake Research 4: 315 - 325.



Dygert, P. H. 1990. Seasonal changes in energy content and proximate composition associated with somatic growth and reproduction in a representative age-class of female English sole. *Transactions of the American Fisheries Society*, 119: 791 - 801.

Endall, H. P., Taranger, G. L., Stefansson, S. O., Hansen, T. 2000. Effects of continuous additional light on growth and sexual maturity in Atlantic salmon *Salmo salar*, reared in sea cages. *Aquaculture* 197: 337 - 349.

Fernández Cirelli, A., Miretzky, P. 2002. Lagos poco profundos de la Pampa Argentina. Relación con aguas subterráneas someras. 43-52 en: Fernández Cirelli, A & G Chalar Marquisá (eds.). *El agua en Iberoamérica. De la limnología a la gestión en Sudamérica*. Buenos Aires: CYTED XVII, CETA - Centro de estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias.

Fernandez, M. N., Rantin, F. T., Kalinin, A. L., Moron, S. E. 1994. Comparative study of gill dimensions of three erythrinid species in relation to their respiratory function. *Can. J. Zool.*, 72, 160 - 165.

Fernández, E., Ferriz, R., Bentos, C., López, G. 2012. Dieta y ecomorfología de la ictiofauna del arroyo Manantiales, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 14(1): 1 - 13.

Fowler, M. S., Ruxton, G. D. 2002. Population dynamics consequences of Allee effects. *J. Theor Biol* 215: 39 - 46.

Frenguelli, J. 1956. Rasgos generales de la hidrografía de la Provincia de Buenos Aires. *Bol. Ministerio de Obras Públicas Laboratorio de ensayo de materiales e investigaciones tecnológicas*, II, (62): 21 pp.

Freyre, L. 1967. Consecuencias de la mortandad de peces por las temperaturas extremas de junio de 1967 en Laguna Chascomús. *Agro*, 9: 35 - 46.

Freyre, L., Colautti D. C., Maroñas M. E., Sendra E. D., Remes Lenicov M. 2009. Seasonal changes in the somatic indices of the freshwater silverside, *Odontesthes*



bonariensis (Teleostei, Atheriniformes) from a Neotropical shallow lake (Argentina).
Brazilian Journal of Biology, 69: 389 - 395.

Fricke, R., Eschmeyer W. N., Fong J. D., 2020.

<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>

Gabellone, N. A., Solari, L. C., Claps, M. C. 2001. Planktonic and physical-chemical dynamics of a markedly fluctuating backwater pond associated with a lowland river (Salado River, Buenos Aires, Argentina). *Lakes & Reservoirs* 6:133 -142.

Garcia de Souza, J. R. 2014. Caracterización de la comunidad zooplantónica en las lagunas pampásicas y su relación con la ecología trófica y producción de pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 201 pp.

Garcia-Lopez, A., Pascual, E., Serrasquete, C., Martinez-Rodriguez, G. 2006. Disruption of gonadal maturation in culture Senegaleses Sole *Solea senegalensis* by continuous light and/or constant temperature regimes. *Aquaculture* 261: 789 - 798.

Gascoigne, J. C, Lipcius, R. N. 2004. Allee effects driven by predation. *J. Appl. Ecol.*;41: 801 - 810.

Gayet, M., Meunier, F.1998. Maastrichtian to early late Paleocene freshwater Osteichthyes of Bolivia: additions and comments. En: Malabarba, L. R., Reis, R., Vari, R., Lucena, Z. y C. Lucena (Eds.), *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, BDIPUCRS, Porto Alegre, 85 - 11.

George, E. L., Hadley, W. F. 1979. Food and habitat partitioning between rock bass (*Ambloplites rupestris*) and smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) young of the year. *Trans. Am. Fish. Soc.* 108(3): 253 - 261.

Gibson, R. N. (Ed.), 2005. *Flatfishes: Biology and Exploitation*. Blackwell, Oxford, UK. 391 pp.



Gilliam, J. F., Fraser, D. F., Alkins-Koo, M. 1993. Structure of a tropical stream fish community: a role for biotic interactions. *Ecology* 74:1856 - 1870.

Giusti, M., La Valle, G., Nieva, A. 2020. La laguna de Chascomús en cinco tiempos. Confluencias y diseputas entre paisaje, ambiente y urbanización. [En línea]. *AREA*, 26(2). Recuperado de: <https://www.area.fadu.uba.ar/area-2602/giusti-et-al2602/>.

Godoy, M. 1975. Peixes do Brasil. Subordem Characoidei, Bacia do rio Mogi Guassu. Editora Franciscana. Piracicaba. Brasil; Vol. 3.

Goede, R. W., Barton, B. A. 1990. Reservoir stocking history of Texas waters through December 1989. Management Data Series 27. Austin, Texas Parks and Wildlife Departament.

Goitein, R. 1983. *Sardinella brasiliensis* (STEINDACHNER, 1879): estudo sobre alimentação nas regiões de Ubatuba (23o26'S), Santos (24o02'S) e Cananéia (25o01'S), Brasil. *Naturalia*, SP. v. 8, 197- 209.

Gómez, S. E. 1996. Resistenza alla temperatura e alla salinitá in pesci della provincia di Buenos Aires (Argentina), con implicazioni zoogeografiche. Distribuzione della fauna ittica italiana. Atti congressali 12-13 dicembre 1991, 171 - 192. Trento Italia.

Gomes, A. D. O., Tolussi, C. E. S., Ribeiro, C., Honji, R. M., Moreira, R. G. 2015. The role of ovarian steroids in reproductive plasticity in *Hoplias malabaricus* (Teleostei: Characiformes: Erythrinidae) in tropical reservoirs with different degrees of pollution. *General and Comparative Endocrinology*, 222, 1 - 10. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2014.10.008>

Gonzalez-Bergonzoni I. 2011. Dieta de peces de agua dulce: efecto de factores climáticos y complejidad de hábitat. Tesis de Maestría. Universidad de la Republica. Uruguay. 61 pp.



González Sagrario, M. A., Balseiro, E., Ituarte, R., Spivak, E. 2009. Macrophytes as refuge or risky area for zooplankton: a balance set by littoral predacious macroinvertebrates. *Freshwater Biology* 54: 1042 - 1053.

Grassi, D. J. 2005. Análisis citogenético de poblaciones de *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Erythrinidae) en las nacientes del río Ctalamochita (Valle de Calamuchita, Provincia de Córdoba) Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Tesis. 84 pp.

Grosman, F., Birnstil, V., Cabral, J., March, L., Merlos, C., Rudzik G., Vavrin, L. 2004. ¿El uso actual justifica acciones de gestión en la tararira *Hoplias malabaricus*? Una visión desde los aspectos socioeconómicos y biológicos. Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, 362-374 pp. <http://www.revistaaquatic.com/civa2004/>. Date of Access: 15 de Noviembre de 2006.

Haddon, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC, 406 pp.

Hahn, N. S., Agostinho, A. A., Goitein, R. 1997. Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limn. Brasil.*, v.9, 11 - 22.

Hansen, T., Karlsen, Ø., Taranger, G. I., Hemre, G., Holm, J. C. Kjesbu, O. S. 2001. Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture* 203: 51 - 67.

Heidinger, R. C., Crawford S. D. 1977. Effect of temperature and feeding rate on the liver-somatic index of the largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34: 633 - 38.

Hensley, D. A., Moody, D. P. 1975. Occurrence and possible establishment of *Hoplias malabaricus* (Characoidei: Erythrinidae) in Florida. *Florida Scientist*; 38:122 - 128.



Hensley, D. A. 1976. Collection of postlarval and juvenile *Hoplias malabaricus* (Characoidei: Erythrinidae) in Florida. Florida Scientist 39(4): 236 - 238.

Hochachka, P. W., Somero, G. N., 1973. Strategies of Biochemical adaptation. W. B. Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto.

Hochachka, P. W., Somero, G. N. 1984. Temperature adaptation. In: Hochachka PW, Somero GN, eds. Biochemical adaptation. Princeton: Princeton University Press. 355 - 449.

Hoening, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. Fish. Bull. 82: 898 - 903.

Htun-Han, M. 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. Journal of Fish Biology, 13: 369 - 378.

Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. Journal of Fish.

Izaguirre, I., Vinocur, A. 1994. Typology of shallow lakes of the Salado River basin (Argentina), based on phytoplankton communities. Hydrobiologia 277:49 - 62.

Jaramillo Londoño, A. 2009. "Estudio de la biología trófica de cinco especies de peces bentónicos de la costa de Cullera, Relaciones con la acumulación de metales pesados (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente.

Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, Inc. USA. 620 pp.

Le Cren, E. D. 1951. The lengthweight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20: 201- 219.



Lévêque, C. 1997. Biodiversity dynamics and conservation. The freshwater fish of tropical Africa. Cambridge University Press.

Levins, R. 1968. Evolution in changing environments: some theoretical explorations. Princeton: Princeton University Press.

Liotta, J. 2006. Distribución geográfica de los peces de aguas continentales de la República Argentina. ProBiota, FCNyM, UNLP, Serie Documentos N° 3, La Plata, Argentina, 701 pp.

Llamazares Vegh, S., Lozano, I. E., Dománico, A. A. 2014. Length–weight, length–length relationships and length at first maturity of fish species from the Paraná and Uruguay rivers, Argentina. Journal of Applied Ichthyology, 30(3): 555 - 557.

López, H. L., Menni, R. C., Donato, M., Miquelarena A. M. 2008. Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes. Journal of Biogeography, 35: 1563 -1579.

López, H., Baigún, C. R. M., Iwaszkiw, J., Delfino, R., Padín O. 2001. La cuenca del Salado: Uso y posibilidades de sus recursos pesqueros. Universidad de La Plata, La Plata, 75pp.

Loureiro, V. E., Hahn, N. S. 1996. Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo-PR. Acta Limnol. Bras. 8(1):195 - 205.

Love, R.M. 1970. The chemical biology of fishes. Academic Press, London, 547 pp.

Lowe-McConnell, R. H. 1999. Respostas dos peixes às condições em águas tropicais, p. 243-275. In: R.H. LOWE-MCCONNELL (Ed.). Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Edusp, 535pp.

Lozano, I., Llamazares Vegh, S., Dománico, A., Espinach Ros, A. 2013. Comparison of scale and otolith age readings for trahira, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), from Paraná River, Argentina. Journal Of Applied Ichthyology-Zeitschrift Fur Angewandte Ichthyologie; vol. 30 p. 130 - 134.



Lundberg, J. 1997. Fishes of the La Venta fauna: additional taxa, biotic and paleoenvironmental implications. In: R. F. Kay, R. H. Madden, R. L. Cifelli, and J. J. Flynn (eds.), Vertebrate paleontology in the Neotropics: The Miocene fauna of La Venta, Colombia. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C, pp. 67 - 91.

MacFarlane, R. B., Norton, E. C., Bowers M. J. 1992. Lipid dynamics in relation to the annual reproductive cycle in yellowtail rockfish (*Sebastes flavidus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 50: 391 - 401.

MacKinnon, J. C. 1972. Summer storage of energy and its use for winter metabolism and gonad maturation in American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 29: 1749 - 1759.

Maizels, P., Etchepare, E., Chornomaz, E., Bustingorry J., Escaray R., Conzonno V. 2003. Parámetros abióticos y biomasa planctónica en la Laguna Chascomús (Pcia de Buenos Aires). Período de inundación 2002. Biología Acuática 20:6 - 11.

Maiztegui, T. 2016. Ecología poblacional de *Cyprinus carpio* (TELEOSTEI) en los Humedales de Ajó, Buenos Aires. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 208pp.

Mariñelarena, A. J., Gómez, S. E. 2008. Eutrofización en las lagunas pampeanas. Efectos secundarios sobre los peces. Biología Acuática. 24: 43 - 48.

Marques, D. K. S., Gurgel, H. C. B., Lucena, I., 2001. Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794, (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. Rev. Bras. Zool., 3(1): 61 - 67.

Marques, C. S., Braun, A. S., Fontoura, N. F. 2007. Estimativa de tamanho de primeira maturação a partir de dados de IGS: *Oligosarcus jenynsii*, *Oligosarcus robustus*, *Hoplias malabaricus*, *Cyphocharax voga*, *Astyanax fasciatus* (Characiformes), *Parapimelodus nigribarbis*, *Pimelodus maculatus*, *Trachelyopterus lucenai*, *Hoplosternum littorale*, *Loricariichthys anus* (Siluriformes) e *Pachyurus bonariensis* (Perciformes) no Lago Guaíba e Laguna dos Patos, RS. Biociências. 15(2): 230 - 56.



Martins, J. Maria, E. 2009. Biology of *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) in the Capim Branco I Reservoir, Araguari River, MG. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 84 pp.

Matkovic, M. 1989. Algunos aspectos de la biología reproductiva de *Hoplias m. malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 220 pp.

Menni, R. C. 2004. Peces y ambientes en la Argentina continental. Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales, La Plata, 5: 316 pp.

Milani, V., Machado, F., Silva, V. C. F. 2010. Assembléias de peixes associados às macrófitas aquáticas em ambientes alagáveis do Pantanal de Poconé, MT, Brasil. Biota Neotropica, vol. 10, n. 2, p. 261 - 270.

Mirande, J. M., Koerber, S 2020. Checklist of the Freshwater Fishes of Argentina (CLOFFAR); Peces Criollos; Ichthyological Contributions of Peces Criollos; 36; -1-2; 1-68.

Montenegro, A. K. A., Vieira, A. C. B., Cardoso, M. M. L., Souza, J. E. R. T., Crispim, M. C. 2013. Piscivory by *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794): a question of prey availability?. Acta Limnologica Brasiliensia, 25(1), 68 - 78.

Moraes, G., Oliveira, M. A., Rantin, F. T. 1996. The metabolic pattern changes of *Hoplias malabaricus* from normoxia to hypoxia conditions. Rev. Brasil. de Biol., 56 (2): 191 - 196.

Moraes, G., Polez, V. L. P. 2004. Ureotelism is inducible in the neotropical freshwater *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Erythrinidae). Braz. J. Biol., 64(2): 265 - 271.

Moraes, M. F. P. G., Barbola. I. F. 1995. Hábito alimentar e morfologia do tubo digestivo de *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae), in Lagoa Dourada, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Acta Biologica Paranaense Curitiba, 24: 1 - 23.



Morte, S., María, S., 2002. Estudio de las relaciones tróficas de algunos peces bentónicos de interés comercial del Golfo de Valencia (Mediterráneo occidental). Tesis. Departamento de Microbiología y Ecología. Universidad de Valencia. 193 pp.

Anderson R. O., Gutreuter s. J. 1985. Length, Weight, and Associated Structural Indices (Chapter 15) in Fisheries Techniques, Nielsen, L. A., Johnson D. L.

Nodelec, C. 1975. Catalogue of Small- scale Feshing Gear. Fishery Industries Division, FAO 191 p. Neotropical Fauna and Enviroment, 23, (3): 177 - 188.

Needham, J. G., Needham, P. R.1982. Guia para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Barcelona: Reverté. 131 pp.

Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. Acad. Pres., London and New York, 352 pp.

Oliveros, O. B., Rossi, L. M. 1991. Ecologia trofica de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). Rev. Ass. Cienc. Nat. Litoral, v. 22(2), p. 56 - 68.

Orsi, M. L., Carvalho E. D., Foresti, F. 2004. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) do médio rio Paranapanema, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, 21 (2): 207 - 218.

Oyakawa, O. T. 2003. Family Erythrinidae (Trahiras). Pp 238- 240. In: Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris Jr. (Eds.). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, 729 pp.

Paiva, P. M. 1972. Fisiocología da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch), no nordeste brasileiro. Crescimento, resistência a salinidade, alimentação y reprodução. Tese Doutoral (Inédita) Instituto de Biociências de Universidade de São Paulo, 140 pp.

Paiva, P. M. 1974. Crescimento, alimentação e reprodução da traíra *Hoplias malabaricus* no nordeste brasileiro. São Paulo, Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Ceará, 32 pp.



Pangle, K. L., Sutton, T. M. 2005. Temporal changes in the relationship between condition indices and proximate composition of juvenile *Coregonus artedii*. *Journals of Fish Biology*, 66: 1060 - 1072.

Parma De Croux, M.J. 1983. Metabolismo de rotina de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Bloch, 1974) (Osteichthyes, Erythrinidae). *Rev. Bras. Zool.*, 1(3): 217 - 222.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil* 39: 175 - 192.

Pauly, D., Froese, R. 2001. Fish Stocks. In Simon Levin (ed.). *Encyclopedia of biodiversity*. Academic Press, San Diego, Vol. 2: 801 - 814.

Pauly, D., Munro, J. L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte The WorldFish Center*, vol. 2(1), 1 - 21.

Pessoa, E. K. R., Silva, N. B., Chellappa, N. T. 2013. Morfologia comparativa do trato digestório dos peixes *Hoplias malabaricus* e *Hypostomus pusalum* do açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. *Bio. Amaz.*, Macapá, v.3, 48 - 57.

Petry, A. C., Agostinho, A. A., Piana, P. A., Gomes, L. C. 2007. Effects of temperature on prey consumption and growth in mass of juvenile trahira *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794). *Journal of Fish Biology*, 70: 1855-1864.

Petry, A. C., Gomes, L. C., Piana, P. A., Agostinho, A. A. 2010. The role of the predatory trahira (Pisces: Erythrinidae) in structuring fish assemblages in lakes of a Neotropical floodplain. *Hydrobiologia*, vol. 651, 115 - 126. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-010-0281-0>.

Pierce, R.J., Wissing, T.E., Jaworski, J.G., Givens, R.N., Megrey, B.A. 1980. Energy storage and utilization patterns of gizzard shad in Acton Lake, Ohio. *Transactions of the American Fisheries Society*, 109: 611 - 616.



Pompeu, O. S., Godinho, A. L., 2001. Mudança na dieta da traíra . *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Erythrinidae, Characiformes) em lagoas da bacia do rio Doce devido à introdução de peixes piscívoros. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 18, (4): 1219 - 1225.

Prado, C. P. A., Gomiero, L. M., Froehlich, O. 2006. Desova e cuidado parental em *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae) no Pantanal Sul, Brasil. *Brazilian Journal of Biology*, 66 (2b): 697 - 702.

Prejs, A. 1987. Risk of predation and feeding rate in tropical freshwater fishes: field evidence. *Oecologia*, vol. 72, 259 - 262. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00379276>

Querol, M. V. M., Querol, E. 1993. Reprodução de traíra *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae) na região de Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil. *Hifen, Uruguaiana*, 18(34): 31 - 45.

Querol, M. V. M., Querol, E., Pessano, E., Azevedo, C. L. O., Tomassoni, D., Brasil, L., Lopes, P. 2003. Reprodução natural e induzida de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), em tanques experimentais, na região de Uruguaiana, Pampa Brasileiro. *Uruguaiana, PUCRS. Biodiversidade Pampeana*, vol. 1, (1): 46 - 57.

Quinn, T. J. I., Deriso, R. B. 1999. *Quantitative fishery dynamics*. Oxford, New York, 566 pp.

Quintana, L., Silva, A., Berois, N., Macadar O. 2004. Temperature induces gonadal maturation and affects electrophysiological sexual maturity indicators in *Brachyhypopomus pinnicaudatus* from a temperate climate. *Journal of Experimental Biology*, 207: 1843 - 1853.

Quirós, R. 1991. Empirical relationships between nutrients, phytoplankton and zooplankton, and relative fish biomass in lakes and reservoirs of Argentina. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 1198 - 206.

Quirós, R. 2005. *La ecología de las lagunas de las Pampas*. Investigación y Ciencia. Madrid, España. 13 pp.



Quirós, R., Drago, E. 1999. The environmental state of Argentinean lakes: An overview. *Lakes and Reservoirs: Res. and Manage.* 4: 55 - 64.

Quirós, R., Rosso, J. J., Rennella, A., Sosnovsky, A., Boveri, M. 2002. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). *Interciencia*, 27(11), 584-591.

Quirós, R., Rosso, J. J., Rannella, A. M., Sosnovsky, A., Boveri, M. 2002. Estudio sobre el estado trófico de las lagunas pampeanas. *Interciencia* 27: 584 - 591.

Ramírez, F. 1963. Contribución al conocimiento de la tararira de la laguna de Chascomús. *Notas de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata*, XX (201): 141 - 158.

Ramos-Jara, J. 1981. Fisiología de la reproducción y biología del lenguado (*Solea solea* L.) Tesis de doctorado. Departamento de Fisiología animal. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. 264 pp.

Reid, S. G., Sundin, L., Kalinin, A. L., Rantin, F. T., Milsom, W. K. 2000. Cardiovascular and respiratory reflexes in the tropical fish, traíra (*Hoplias malabaricus*): CO₂/pH chemoresponses. *Respir. Physiol.* 120, 47 - 59.

Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of the biological statistics of fish population. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1 - 382.

Ringuelet, R. A. 1942. Ecología alimentaria del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) con notas limnológicas sobre la laguna de Chascomús. *Rev.Mus. La Plata, Sec. Zool.*: 427 - 461.

Ringuelet, R. A. 1962. Ecología Acuática Continental. Manuales de la Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUDEBA) IX. Buenos Aires. 138 pp.

Ringuelet, R. A., 1968. Ecología Acuática Continental, EUDEBA, Buenos Aires, 138 pp.



Ringuelet, R. A. 1972. Ecología y biocenología del habitat lagunar o lago de tercer orden de la region neotropica templada (Pampasia sudoriental de la Argentina). *Physis* XXXI (82): 55-76.

Ringuelet, R. A., 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiologicas de América del Sur, *Ecosur*, 2, (3): 1 - 122.

Ringuelet, R. A., Aramburu, R. H., Alonso de Aramburu, A. 1967. Los Peces Argentinos de Agua Dulce. Comisión de Investigación Científica. Gobernación de la provincia de Buenos Aires, La Plata, Argentina, 602 pp.

Rios, F. S., Kalinin, A. L., F. T. Rantin. 2002. The effects of longterm food deprivation on respiration and haematology of the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. *Journal of Fish Biology* 61: 85 - 95.

Rios, F. A., Moraes, G., Oba, E., Fernandes, M., Donatti, L., Kalinin, A., et al. 2006. Mobilization and recovery of energy stores in traíra, *Hoplias malabaricus* Bloch (Teleostei, Erythrinidae) during long-term starvation and after re-feeding. *J. Comp. Physiol. B*.176:721 - 728.

Rodríguez-Capítulo, A, César, I. Tassara, M., Paggi, A., Remes Lemicov, M. 1997. Zoobentos. Pp.131-137 en: Calidad de las aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata (San Fernando-Magdalena). Consejo Permanente para el Monitoreo de la Calidad de las Aguas de la Franja Costera del Río de la Plata. Buenos Aires, Argentina.

Rösch, R. 2005. Gonadosomatic index (GSI) of female whitefish (*Coregonus lavaretus*) in Lake Constance. *Limnologica, Ecology and Management of Inland Waters*, 30: 193 - 196.

Rosso, J.J. 2006. Peces Pampeanos, guía y ecología. Literature of Latin America (LOLA). 221 pp.



Rosso, J. J., Mabragaña, E., González-Castro, M., Delpiani, M. S., Avigliano, E., Schenone, N. F., Díaz de Astarloa, J. M. 2016. A new species of the *Hoplias malabaricus* species complex (Characiformes: Erythrinidae) from the La Plata River basin. *Cybium*, 40: 199 - 208.

Rosso, J. J., González-Castro, M., Bogan, S., Cardoso, Y. P., Mabragaña, E., Delpiani, M. y Diaz de Astarloa, J. M. 2018. Integrative taxonomy reveals a new species of the *Hoplias malabaricus* species complex (Teleostei: Erythrinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*. DOI: <http://doi.org/10.23788/IEF-1076>.

Ryan, P. M., 1984. Fyke net catches as indices of the abundance of Brook trout *Salvelinus fontinalis*, and Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41, 377 - 380.

Sánchez, M. L. 2012. Estructura de la comunidad perifítica y sus interacciones con la comunidad fitoplanctónica en lagunas turbias y claras de la llanura Pampeana (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Sant'Anna, E. B. 2006. Condição e dieta de *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) em rios de águas branca e preta na bacia do rio Itanhaém, Itanhaém/SP. Unpublished Ph.D. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 98 pp.

Selman, K, Wallace, R. A. 1989. Cellular aspects of oocytes growth in teleosts. *Zoological Science*. 6, 211 - 231.

Sendra, E. D., Freyre, L. R. 1978. Dinámica poblacional de *Bryconamericus iheringi* (Pisces, Tetragonopteridae), de la Laguna Chascomús. *Limnobiós* 1(8): 299 - 321.

Shul'man, G. E. 1974. Life cycles of fish. John Wiley and Sons, New York. 258 pp.

Silva, E. R. V. 1988. Dinâmica da reprodução de peixes: estádio de maturação gonadal, curva de maturação e tipo de desova. Monografia. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba. 86 pp.



Solari, L., Claps, M., Gabellone, N. 2002. River backwater pond interactions in the lower basin of the Salado River (Buenos Aires, Argentina). Arch. Hydrobiol. Suppl. 141: 1 - 21.

Stoner, A. W. 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: Implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. Journal of Fish Biology, 65: 1445 - 1471.

Tordecilla-Petro, G., Sánchez-Banda S., Olaya-Nieto, C. 2005. Crecimiento y mortalidad del moncholo (*Hoplias malabaricus*) en la ciénaga Grande de Lórica, Colombia. MVZ-Cordoba, 10: 623 - 636.

Toresani N. I., Lopez H. L., Gómez S. E. 1994. Lagunas de la provincia de Buenos Aires. Min. de la Producción, prov. Buenos Aires, 108 pp.

Torremorell, A., Bustingorry, J., Escaray, R., Zagarese H. 2007. Seasonal dynamics of a large, shallow lake, laguna Chascomús: The role of light limitation and other physical variables. Limnologica 37(1): 100 - 108.

Tureson, H. 2003. Foraging behaviour in piscivorous fish: mechanisms and patterns. Lund: University of Lund. [PhD Thesis].

Vazzoler, A. E. A. M. 1996. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, PR: EDUEM.

Vicent, J. J., 1998. Ecología trófica de *Aidablennius sphyinx* (Valenciennes, 1836), *Parablennius incognitus* (Bath, 1968) y *Lipophrys dalmatinus* (Steindachner y Kolombatovic, 1883) en las escolleras de las playas de Nules y Borriana (Golfo de Valencia, Mediterraneo Occidental). Tesis Universidad de Valencia. España. 321 pp.

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Biol; 10(2):181 - 213.



Vucic-Pestic, O., Birkhofer, K., Rall, K., Scheu, S., Brose, U. 2010. Habitat structure and prey aggregation determine the functional response in a soil predator-prey interaction. *Pedobiologia*, vol. 53, (5):307 - 312.

Weatherley, A. H., Gill, H. S., Rogers S. C. 1979. Growth dynamics of muscle fibres, dry weight, and condition in relation to somatic growth rate in yearling rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Zool.* 57, 2385 - 2392.

Weatherley, A. H., Gill, H. S. 1987. *The biology of fish growth*. London, Academic Press, 443 pp.

Windell, J. T., S. H. Bowen, S. H. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. In *Methods for the Assessment of Fish Production in Fresh Waters*, Oxford: Blackwell Scientific Publications. 219 - 226 pp.

Wootton, R. J., 1999. *Ecology of teleost fish*. London: Chapman and Hall. 404 pp.

Youngs, W. D., Robson D. S. 1978. In: Bagenal, T. Ed. *IBP Handbook N° 3. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters* Black-Well Scientific Publications, Oxford, pp 137 - 164.

Zavala-Camin, L.A. 1996. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. Maringá: EDUEM, 129 pp.

