

SOBRE LA INTRODUCCION DE *GAMBUSIA AFFINIS*  
*HOLBROOKI* (GIRARD) Y *CARASSIUS CARASSIUS* (LINNAEUS)  
EN EL RIO MAIPO, CHILE.<sup>1</sup>

CARLOS A. MORENO<sup>2</sup> y ALBERTO MORAN

RESUMEN

Los autores estudian los habitats elegidos, tasas metabólicas y hábitos alimenticios de *Gambusia affinis holbrooki* (Girard) y *Carassius carassius* (Linnaeus) en el río Maipo, Provincia de Santiago. Comparan lo encontrado en estas especies introducidas con los mismos aspectos ecológicos de las especies nativas con las cuales coexisten. Encontrándose que *Carassius* ha colonizado un nicho vacío y no presenta interacciones notorias con los peces autóctonos. En cambio *Gambusia* interactúa fuertemente con *Cheirodon pisciculus* Girard.

ABSTRACT

The authors studied habitat, metabolic rate and food habits of *Gambusia affinis holbrooki* (Girard) and *Carassius carassius* (Linnaeus) at Maipo river, Santiago Province, Chile. They compared what they found in these exotic species with the same ecological aspects of the native ones with which they coexist. It has been found that *Carassius* has colonized an empty niche and does not have notorious interactions with native fishes. Nevertheless *Gambusia* highly interacts with *Cheirodon pisciculus* Girard.

INTRODUCCION

En muchos cuerpos de agua dulce en el mundo han sido introducidas especies de peces exóticos. Las aguas dulces de Chile no son una excepción. Se han introducido Salmónidos (Golusda, 1927), Gambusias (Barros, 1947) y Ciprinidos (De Buen, 1959).

La mayor parte de estas introducciones han obedecido a alguno de los cuatro motivos señalados por Campos (1970): Ornamentales, Salud Pública, Alimenticios y Alimenticio-deportivo. Las Gambusias fueron introducidas en el río Maipo en 1927 (Barros 1961), con el propósito de controlar plagas de mosquitos hematófagos, siguiendo una sugerencia del mismo Barros (1926). El carasino o carpa cruciana fue introducido

<sup>1</sup>Este trabajo ha sido terminado con el apoyo económico de la Secretaría de Investigación Científica de la Universidad Austral de Chile. (Proyecto IV-2-1.).

<sup>2</sup>Instituto de Ecología. Universidad Austral de Chile. Casilla 567. Valdivia.

accidentalmente en aguas libres (De Buen, 1959) y es difícil determinar en que fecha se propagó en el río Maipo. Sólo se conoce que esta especie fue traída a Chile por primera vez en 1856 (Schneider, 1904).

Desde el momento de la introducción de *G. affinis holbrooki* sólo ha existido preocupación por observar el éxito de su propagación (Barros, 1961). Sin que se haya realizado ningún tipo de estudio sobre los ambientes que esta especie ha colonizado, como tampoco las implicaciones ecológicas de su introducción, como por ejemplo si las especies introducidas han tenido algún tipo de interacción con las especies nativas.

Esta situación en las aguas continentales chilenas resulta interesante puesto que la fauna íctica es primitiva y poco diversificada (Campos, 1970), situación en la cual, de acuerdo con Mc Dowall (1968), la fauna introducida puede en estado silvestre tener mayor éxito. Por esta razón, es de interés conocer la sobreposición que estas especies introducidas han alcanzado sobre el nicho ecológico de las especies nativas.

#### MATERIALES Y METODOS

El nicho fundamental de una especie, como ha sido definido por Hutchinson (1957) constituye un hipervolumen en el espacio formado por ejes que representan los factores bióticos y abióticos, frente a los cuales las poblaciones en la comunidad responden diferencialmente. Un eje particular del nicho realizado puede estar representado por la intensidad o concentración de factores físicos y químicos, como por factores bióticos tales como la disponibilidad de alimentos, densidad poblacional, tasa metabólica o simplemente con una combinación de diferentes factores como han señalado Colwell y Fuentes (1975).

Para este estudio en particular, hemos elegido tres aspectos que tienen valor explicativo para demostrar la existencia o ausencia de interacciones entre las especies nativas y exóticas:

##### a.- *Habitat elegido.*

Teóricamente corresponde a una combinación de factores, pero pueden ser asimilados con alguna característica ambiental notoria del biotopo, por ejemplo, presencia de vegetación hidrófita, playas de arena, etc.

Para cada tipo de habitat considerado en el presente estudio, la representación de cada especie se indica en una escala, cuyos tramos se definen como: A= el número de individuos de la especie N, representa más del 50% del total de las capturas. B= el número de individuos de la especie N representa menos del 50% de las capturas y más del 25%. y C= la especie N representa menos del 25%. Todas las recolecciones en los diferentes habitat se realizaron con redes de mano, de boca circular con 40 cm. de diámetro y malla de terrylen de 1.5 mm. de distancia entre nudos.

b.- *Hábitos alimentarios.*

Se estudiaron 30 estómagos plenos de *G. affinis holbrooki* y 30 *Cheirodon pisciculus* Girard, ya que se encontró que estas dos especies concurren en los mismos tipos de habitats y presentan modos de vidas similares. Para el estudio se consideró la frecuencia de ocurrencia de cada ítem dietario en la muestra analizada siguiendo a Windell (1971). Los ejemplares analizados se obtuvieron de colectas realizadas durante el estudio de la Ictiofauna del río Maipo por Duarte *et al* (1971). La comparación de la dieta entre ambas especies se realizó mediante el coeficiente de correlación no-paramétrico de Kendall siguiendo el procedimiento propuesto por Siegel (1956) y cuya aplicación en los estudios de la dieta en los peces ha sido discutido por Cadwallader (1975).

c.- *Tasa metabólica.*

Con el fin de tener una estimación de la demanda de alimento por parte de las especies concurrentes en la comunidad, se midió el consumo rutinario de Oxígeno (Fry, 1957). Empleando el sistema experimental propuesto por Susuki *et al* (1967) y midiendo el oxígeno disuelto en el agua por el método químico-analítico de Winkler. Los ejemplares utilizados fueron previamente aclimatados durante una semana a las condiciones de laboratorio. El cálculo de la tasa metabólica se obtuvo por sustitución de los valores experimentales en la siguiente relación (Beamish, 1963):

$$T_m = \frac{O_i - O_f}{W} = \text{ml } O_2 \text{ /g./hr.}$$

donde  $T_m$  es la tasa metabólica (ml  $O_2$  /g./hr.);  $O_i$  es la concentración inicial de oxígeno en la cámara de medición (ml  $O_2$  /lt) y  $O_f$  es la concentración de oxígeno restante en la cámara después de una hora de medición.  $W$  es el peso del espécimen en gramos. Debido al notorio dimorfismo sexual en *G. affinis holbrooki* se determinó separadamente la tasa metabólica de machos y hembras.

## RESULTADOS

Las observaciones realizadas muestran que las especies introducidas se han comportado en forma diferente frente a los tipos de habitats disponibles en el río Maipo (Cuadro 1). *G. affinis holbrooki* vive de preferencia en las orillas del río, más representada en facies arenosas y de fango sin vegetación. Menos representada se le encuentra en riberas con vegetación hidrofítica (principalmente *Elodea* y *Myriophyllum*).

En cambio *C. carassius* ha colonizado un habitat muy poco frecuentado por especies nativas. Se le ha encontrado en canales de inundación que sólo tienen circulación en primavera y verano, cuando por efecto del derretimiento de las nieves en los Andes Centrales el gasto del río

## CUADRO Nº 1.-

Habitats de las especies indígenas en el río Maipo y habitats elegidos por dos especies introducidas: *Gambusia affinis holbrooki* y *Carassius carassius*. Las letras entre paréntesis señalan la representación de las especies en el tipo de habitat. (A = >50%; B = 50% < 25%; C = <25%)

Tipo de habitat	Especies indígenas	Especies exóticas
1. Ribera con vegetación (principalmente hidrófitos)	<i>C. pisciculus</i> (B) <i>P. gillisi</i> (C) <i>B. australis</i> (C)*	<i>G. affinis</i> (B)
2. Riberas sin vegetación, pequeñas playas de arena y limo.	<i>B. australis</i> (C)* <i>C. pisciculus</i> (C) <i>P. areolatum</i> (C)	<i>G. affinis</i> (A)
3. Canales de inundación y brazos secundarios del río.	<i>B. australis</i> (C)*	<i>C. carassius</i> (A)
4. Benthos del cauce principal (fondo de cantos rodados y arena).	<i>P. areolatum</i> (A)	
5. Necton del cauce principal.	<i>B. australis</i> (A)	

\* Indica especímenes juveniles exclusivamente.

aumenta (Moreno *et al* 1977), quedando el resto aislados del caudal central del río. También los hemos encontrado en brazos secundarios donde hay poca circulación de agua y en cuyo fondo se produce una gran descomposición de materia orgánica. En estos ambientes sólo hemos observado además pequeños cardúmenes de juveniles de *Basilichthys australis* que penetran en ellos en forma temporal.

## CUADRO Nº 2.-

Frecuencia de ocurrencia de tipos de alimentos en *Cheirodon pisciculus* y *Gambusia affinis holbrooki* del río Maipo. (Los números entre paréntesis corresponden al rango otorgado para el análisis de correlación no-paramétrico de Kendall).

Tipo de Alimento	<i>Cheirodon pisciculus</i> %- Ocurrencia. Rango*	<i>Gambusia affinis</i> %- Ocurrencia. Rango*
Díptera (larvas + adultos)		
Psychodidae	15 (3.5)	25 (5)
Chironomidae	55 (7)	65 (7)
Culicidae	40 (6)	5 (2)
Trichoptera (larvae)	10 (2)	5 (2)
Amphipoda		
<i>Hyaella sp.</i>	15 (3.5)	5 (2)
Mollusca		
<i>Ancylus sp.</i>	1 (1)	0
Restos no identificados + algas y detritus.	25 (5)	10 (4)

\* = tau = 0.98 P < 0.01. N = 30 especímenes c/u especie.

El análisis de contenidos gástricos de *G. affinis* y *Cheirodon pisciculus* nos muestra que estas dos especies, no solamente superponen su habitat (Cuadro 1), sino que también y de una manera significativa su dieta (Cuadro 2). El análisis de correlación no-paramétrica revela una correlación positiva entre ambas dietas y significativamente diferentes de cero ( $\tau = 0.98$ ,  $P < 0.01$ ) lo que desde un punto de vista biológico significa que ambas especies tienden a elegir los alimentos en un mismo orden de preferencia, aunque las frecuencias de consumo de los ítems no sea idéntica. Cualitativamente *G. affinis* basa su dieta preferentemente sobre larvas de dípteros, y en menor importancia sobre anfípodos y larvas de otros insectos.

Los resultados obtenidos en la medición de las tasas metabólicas, a partir del consumo rutinario de oxígeno, se muestran en el Cuadro 3. Donde se observa que los machos de *G. affinis* presentan la tasa metabólica más alta (Test de t.  $P < 0.001$ ) y que las hembras presentan una tasa metabólica sólo levemente inferior a *C. pisciculus* ( $P \leq 0.05$ ) encontrándose su diferencia en el límite de la significancia. Por otra parte *C. carassius* muestra una tasa metabólica mucho más baja que el resto de las especies estudiadas ( $P < 0.001$ ), sólo *N. inermis* un bagre nativo presenta una tasa metabólica inferior a *C. carassius* ( $< 0.01$ ).

CUADRO Nº 3.-

Tasas metabólicas medias de algunas especies nativas y exóticas del Río Maipo, obtenidas a partir del consumo rutinario de oxígeno y a  $18 \pm 0.5$  °C de temperatura.

Especies	Nº ejemplares	Tasa Metabólica media (ml O <sub>2</sub> /lt/g)	D. S.
<i>Nematogenis inermis</i>	19	0.11	0.01
<i>Carassius carassius</i>	9	0.16	0.04
<i>Gambusia affinis</i> (hembras)	19	0.41	0.20
<i>Basilichthys australis</i>	10	0.43	0.38
<i>Cheirodon pisciculus</i>	16	0.55	0.15
<i>Pygidium aerolatum</i>	12	0.58	0.37
<i>Gambusia affinis</i> (machos)	15	0.85	0.24

Desde un punto de vista ecológico vale la pena recordar que los organismos de mayor tasa metabólica consumen mayor cantidad de alimentos en relación a un mismo peso (Paloheimo y Dickie, 1966) lo que en condiciones naturales se traduce en una mayor voracidad por unidad de peso. Esto nos llevaría a aceptar que los machos de *G. affinis* son más voraces que *C. pisciculus*, rompiendo el posible "equilibrio" de voracidad que esta especie presenta con las hembras de *G. affinis*.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Tanto Barros (1961) como De Buen (1959), consideran a *C. carassius* como una especie perjudicial a otras especies de peces de las aguas continentales chilenas. Nuestros datos sostienen sin embargo, que esta especie ha colonizado en el río Maipo un habitat no utilizado por especies nativas. Logrando permanecer en aguas estancadas en las cuales hay fuertes procesos de reducción de oxígeno, que esta especie puede tolerar gracias a su baja tasa metabólica. Blazka (1958), encontró que esta especie puede incluso sobrevivir por algunas horas en un medio sin oxígeno a 16° C de temperatura. Este hecho confirma la adecuación de esta especie para vivir en ambientes pobres en oxígeno. La presencia temporal de los juveniles de pejerrey (*B. australis*) no se ve interferida por *C. carassius* dado que esta especie presenta hábitos iliófagos y los juveniles de pejerrey fitoplanctófagos (Urzúa *et al.* 1977). La otra especie nativa que podría tolerar aguas estancadas y de bajo contenido de oxígeno (<2.0 ml O<sub>2</sub>/lt) es *N. inermis*, sin embargo, de acuerdo con Duarte *et al.* (1971), este bagre se alimenta preferencialmente de anfípodos ausentes en aguas estancadas del río Maipo.

Una distinta situación se presenta con *G. affinis*, puesto que ha colonizado los habitats típicos del Characidae autóctono, *Cheirodon pisciculus*. Con el cual presenta modos de vida similares. Hubbs (1971) señala que el habitat óptimo de *G. affinis* en Texas, sus lugares de origen, son las riberas poco profundas y con vegetación. Correspondiendo este tipo de habitat con el tipo 1 del río (Cuadro 1). Sin embargo, *G. affinis* se encuentra más representada en el habitat tipo 2. Para interpretar este hecho pueden tenerse en cuenta tres factores: El primero es que *G. affinis* es muy agresiva con *Cheirodon*. Bahamonde y Lopez (1961) señalan que en acuarios las Gambusias atacan a las Pochas, mordiendo primero su aleta caudal y una vez semiinmovilizadas le eliminan el resto de las aletas. El segundo factor es que las Gambusias presentan una tasa metabólica más alta que *C. pisciculus*, lo que de acuerdo a los postulados de Paloheimo y Dickie (1966), significaría que las gambusias presentan una tasa de consumo de alimento más alta. El tercer factor que debe considerarse para explicar el éxito de *G. affinis* en los habitats de *C. pisciculus* es su eficiente sistema reproductivo ovovivíparo, que asegura una baja tasa de mortalidad en las primeras edades (Krumholz, 1948).

Estos factores apoyan la idea de que *G. affinis* tendría una mayor habilidad competitiva y en la interacción de ambas especies es el lógico ganador. La permanencia de *Cheirodon* en el habitat tipo 1, podría verse favorecida por la presencia de hidrófitos, que le otorgan una mayor heterogeneidad al ambiente con las subsecuentes posibilidades de refugio. Por otra parte, en este último ambiente *G. affinis* es predada, en alguna medida, por *Percillia gillisi* (Duarte *et al.* 1971), lo que en el contexto de Paine (1974) contribuiría a mantener un factor limitativo del crecimiento poblacional evitando una posible competencia.

El hecho de que después de poco más de tres décadas de introducida *G. affinis* en el río Maipo, se manifieste una mayor diferenciación en la utilización del espacio, sin diferencias notables en el consumo de los diferentes ítems alimenticios que ofrece el habitat, sugiere que la

colonización de *G. affinis* en el río Maipo sigue los patrones generales enunciados por MacArthur y Wilson (1967), bajo el nombre de hipótesis de compresión en los recursos ambientales, elegantemente enunciada por estos autores para comunidades de aves.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Prof. Nibaldo Bahamonde, las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo en el Laboratorio de Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales de la Universidad de Chile y a la Secretaría de Investigaciones de la Universidad Austral de Chile, bajo cuyo financiamiento fue posible terminar este trabajo (Proyecto IV-2-1, 1975).

#### BIBLIOGRAFIA

- Barros, R. 1926. La destrucción de los Zancudos mediante los peces. Bol. Soc. Nac. Agricul. 57: 598-599.
- Barros, R. 1947. La Gambusia aclimatada en Chile y su aprovechamiento. Rev. Univ. U. C. (Santiago), 32: 125-135.
- Barros, R. 1961. La piscicultura en Chile. Rev. Univ. U. C. (Santiago). 46: 79-90.
- Bahamonde, N. y M. T. López, 1961. Estudios biológicos en la población de *Aegla laevis laevis* (Latreille) de El Monte. Inv. Zool. Chilenas. 7: 19-58.
- Blazka, P. 1958. The anaerobic metabolism of fishes. Physiol. Zool 31 (2): 117-188.
- Beamish, F. W. 1963. Respiration of fishes with special emphasis on Standard oxygen consumption. Can. J. Zool. 42: 177-188.
- Buen De, F. 1959. Los peces exóticos en las aguas dulces de Chile. Inv. Zool. Chilenas. 5: 103-137.
- Campos, H. 1970. Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. Not. Men. M. N. H. N. (Chile) 14 (162): 3-9.
- Cadwallader P. L. 1975. The food of the new Zeland common river Galaxias, *Galaxia vulgaris* Stokell. (Pisces: Salmoniformes). Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 26: 15-30.
- Colwell, R. K. y E. R. Fuentes, 1975. Experimental studies of the niche. Ann. Rev. Ecol. Syst. 6: 227-268.
- Duarte, W., Feito, R., Jara, C., Moreno, C. y A. E. Orellana, 1971. Ictiofauna del sistema hidrográfico del río Maipo. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. (Chile). 32: 227-268.
- Golusda, P. 1927. Aclimatación y cultivo de especies salmonideas en Chile. Bol. Soc. Biol. Concepción. 1: (1-2): 80-100.
- Hubbs, C. 1971. Competition and Isolation mechanism in the *Gambusia affinis* x *G. heterochir* hybrid swarm. Bull. Texas Mem. Mus. 19: 1-47.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 22: 415-427.
- Krumholz, L. A. 1948. Reproduction in the western mosquito fish, *Gambusia affinis affinis* (Baird and Girard) and its use in mosquito control. Ecol. Monogr. 18: 1-43.
- MacArthur, R. H. y E. O. Wilson, 1967. The theory of Island Biogeography. Princeton Univ. Press. Princeton N. J. 203. pp.
- McDowall, R. 1968. Interactions of the native and alien faunas of New Zealand and the problem of fish introductions. Trans. Amer. Fish. Soc. 97: 1-11.

- Moreno, C. A., Urzúa, R. y N. Bahamonde, 1977. Breeding season, sexual rate and Fecundity of *Basilichthys australis* Eigenmann 1927, from Maipo river, Chile (Atherinidae, Pisces). Stud. Neotrop. Fauna. 12: 217-223.
- Paloheimo, J. E. y L. M. Dickie, 1966. Food and growth of fishes. II. Effects of food and temperature on the relation between metabolism and body weight. J. Fish. Res. Bd. Can. 23: 869-908.
- Paine, R. 1974. Intertidal community structure. Experimental studies on the relationship between a dominant competitor and its principal predator. Oecología 15: 93-120.
- Schneider, T. 1904. La agricultura en Chile. Santiago de Chile 220 pp.
- Fry, F. E. J. 1957. The aquatic respiration of fish. En: The Physiology of fishes (M. E. Brown, Ed.). Acad. Press Inc. New York. 1: 1-63.
- Siegel, S. 1956. Nonparametric statistics for the Behavioural sciences. McGraw-Hill. New York.
- Susuki, N., Yanagishima, I. y S. Tanaka, 1967. Standard metabolic rate of fishes in Lake Biwa for the estimation of feeding rate. Jap. J. Ecol. 17 (4): 165-171.
- Urzúa, R., Díaz, C., Karmy, B. y C. A. Moreno. 1977. Alimentación natural de *Basilichthys australis* (Eigenmann) en Tejas Verdes, Chile. (Atheriniformes, Atherinidae). Biol. Pesq. Chile. 9: 45-61.
- Windell, J. T. 1971. Food analysis and rate of digestion. En: W. E. Ricker. Fish production in fresh waters. I. B. P. Handbook 3: 215-226.